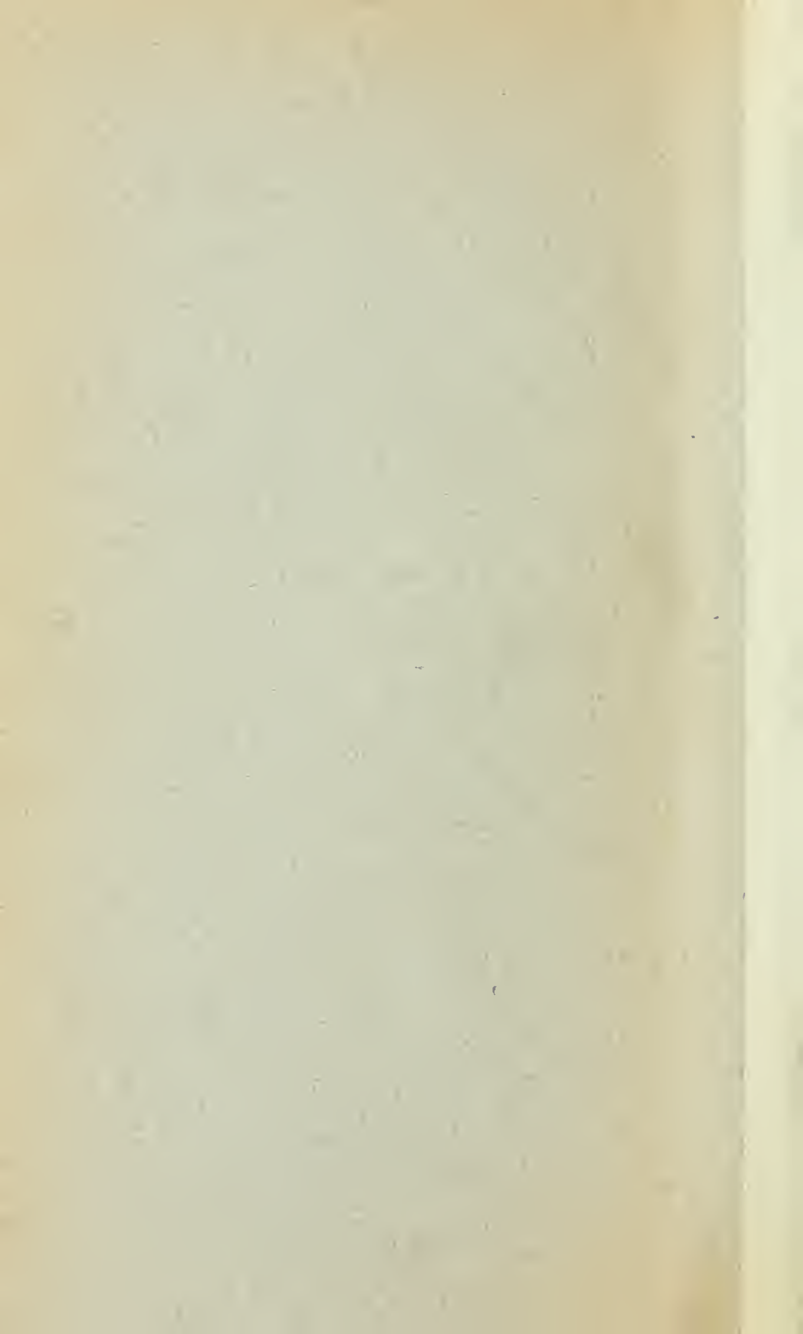


Engel, Theodor
Die wichtigsten Gestein-
satten der Erde nebst voraus-
geschickter Einfuhrung in
die Geologie







Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde

nebst vorausgeschickter

Einführung in die Geologie.

Für Freunde der Natur leichtfasslich zusammengestellt von

Dr. Th. Engel.

Ravensburg.
Verlag von
Otto Maier.

1. Lieferung.

Vollständig in 8 Lieferungen à 60 Pfennig.
Preis komplett broschiert 4 Mark 80 Pfg.

Die wichtigsten
Gesteinsarten der Erde
nebst vorausgeschickter
Einführung in die Geologie.
Für Freunde der Natur
leichtfaßlich zusammengestellt von
Dr. Theodor Engel.
Mit zahlreichen Holzschnitten und farbigen Illustrationen.

Preis des kompletten Werkes M. 4.80 broschiert, elegant gebunden M. 5.50;
Auch in 8 Lieferungen à 60 Pfg. zu beziehen.

— Prospekt. —



Fig. 10. Dolomitfelsen.

Wohl jeder denkende Mensch mag schon den Wunsch gehegt haben nach einiger Kenntnis des Erdbodens, auf dem er wandelt, nach einigem Verständnis seiner Beschaffenheit, seiner Entstehung und seiner Veränderungen im Laufe der Zeiten. Dieser berechtigte Wunsch ist aber vielfach

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Wunsch geblieben und hat es bleiben müssen, weil es bisher schwer war, ohne umfangreiche Studien sich diese Kenntnisse zu verschaffen. Der Beamte, Geistliche, Lehrer, Geschäftsmann, welcher, sei es zu Hause, auf Reisen, oder in der Sommerfrische im Gebirge, die Eigenart und Herkunft der verschiedenen Gesteinsarten der Berge oder der gerollten Felsenbrocken in den Flüssen oder der erratischen Geschiebe des Eises kennen zu lernen wünscht, der aber neben seinem Berufe keine Zeit findet, große petrographische Studien mit Mikroskophantierung und dickleibigen wissenschaftlichen Werken zu machen, war bisher darauf angewiesen, seine Belehrung auf recht umständliche Weise sich zu verschaffen, oder er mußte mangels Gelegenheit persönlicher Belehrung auf seine Wünsche verzichten.

Durch die vorliegende **populäre Darstellung** dieses interessanten und jeden Gebildeten interessierenden Gebietes, die sich auf dasjenige Maß beschränkt, das überhaupt als geistiges Eigentum eines Gebildeten erwartet werden darf, dürfte diesem Bedürfnisse abgeholfen sein.

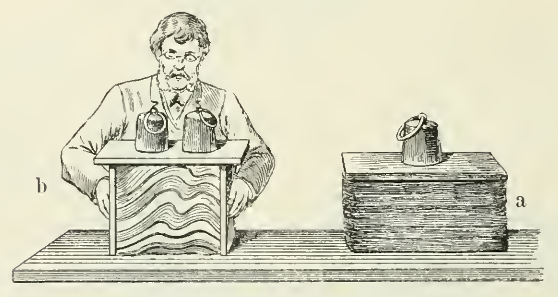


Fig. 17. Gebirgsverwerfung.

Es ist dem Herrn Verfasser, der als Geologe wie als Meister geistvoll-populärer Darstellungskunst in weiten Kreisen geschätzt wird, in vorzüglicher Weise gelungen, diesen für viele zwar „trockenen", aber doch so hochinteressanten Wissenszweig dem Leser in anregender, ja fesselnder Weise vorzuführen. Die Abbildungen, namentlich die **farbigen Darstellungen**, unterstützen den Text nicht unerheblich.

Das Buch sei deshalb allen Freunden der Natur, vorab dem denkenden Teil der vielen sommerlichen Gebirgswanderer und den Liebhabern des heimischen Bodens bestens empfohlen.

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Vorwort des Herrn Verfassers.

Eine populäre Petrographie zu schreiben ist schwerer, als sich wohl mancher vorstellt. Ich bin deshalb auch weniger aus eigenem Trieb als vielmehr auf den dringenden Wunsch des Herrn Verlegers hin und, ehrlich gestanden, mit einigem Zagen an die Ausarbeitung dieses Büchleins gegangen, das in leichtverständlicher Sprache einen Überblick geben soll über das Wichtigste aus dem Gebiet der Gesteinskunde. Dennoch habe

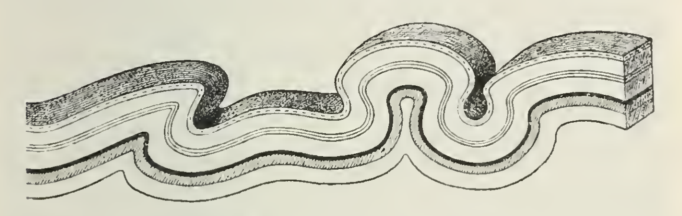


Fig. 15. Sättel und Mulden, ursprünglich.

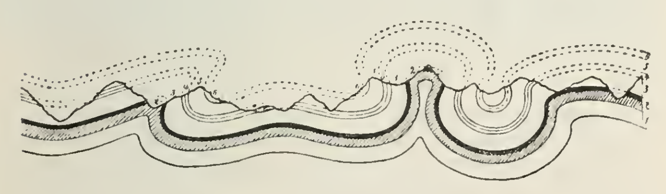


Fig. 16. Dasselbe, erodiert.

ich mich zu der Arbeit hergegeben mit Rücksicht auf und im Gedanken an die Tausende, die sich gern einige Kenntnis verschaffen möchten über den Boden, auf welchem sie wandeln, die aber weder die Zeit noch das Zeug haben, sich in tiefere petrographische Studien einzulassen. Die eigentlich wissenschaftlichen Fachwerke, welche die Gesteinskunde behandeln, sind in der That auch meist in einer Form und Sprache abgefaßt, daß man es den „Laien" kaum verdenken kann, wenn sie vor solcher

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Gelehrsamkeit das Kreuz machen; ist ja doch heutzutag z. B. die Untersuchung eines Gesteins ohne Mikroskop und Dünnschliff für den Mann der Wissenschaft gar nicht mehr möglich. Wer wollte es aber etwa einem Touristen zumuten, mit solchem Apparat sich bei seinen jährlichen Reisen in die Sommerfrische des Hochgebirgs zu beschweren? Und doch möchte ohne Zweifel derselbe, wenn er anders unter die Gebildeten zählt, einigermaßen bei dieser Gelegenheit sich vertraut machen mit den Gesteinsarten, aus denen die betreffenden Berge zusammengesetzt, möchte wissen, wie und in welcher Zeit sie entstanden und warum sie gerade in der Weise und Reihenfolge gebildet sind, in welcher wir sie jetzt vor uns sehen.

Auf solche und ähnliche Fragen Auskunft zu geben, das ist der Zweck des gegenwärtigen Werkchens; zugleich aber möchte es den betreffenden Fragern zum Sporn dienen, sich künftig noch eingehender mit Geologie und Geognosie zu beschäftigen und sich in anderen und besseren Werken Rats zu erholen, wenn sie einmal gelernt haben, starke Speise zu vertragen. Mein Büchlein sieht von letzterer ab; geflissentlich und fast ängstlich habe ich mich bemüht, allen gelehrten Ballast wegzulassen, Fremdwörter möglichst zu vermeiden, und wo dieselben, weil in die wissenschaftliche Sprache völlig eingebürgert, nicht zu umgehen waren, wenigstens jeweils die Erklärung beizufügen (z. B. bei „Neptunismus" und „Vulkanismus", bei den Namen der Versteinerungen 2c.).

Daneben sollte aber doch eine gewisse Vollständigkeit erreicht und die Sache so behandelt werden, daß der Einsichtige beim Lesen dieses Buchs ein gewisses Gefühl der Sicherheit bekommt, sofern er merkt, daß er sich auf die Angaben desselben verlassen kann, und daß sie dem Stand unseres gegenwärtigen Wissens über diese Dinge entsprechen. Daß nur die wichtigsten unter unsern Gesteinsarten herausgehoben und alle zu den „diis minorum gentium" gehörige weggelassen wurden, wird mir kein Sachverständiger verübeln. Wenn ich aber dabei die praktische Verwendung mancher Gesteinsarten (z. B. Eisen und Kohle) etwas ausführlicher behandelt habe, so ist dies gleichfalls geschehen mit Rücksicht auf diejenigen, die ich mir in erster Linie als Leser meines Werkchens denke.

Eine besonders schwierige Sache war die Auswahl derjenigen Stücke, die zur Abbildung kommen sollten. Ich hoffe, nach dem Grundsatz „non multa, sed multum" auch hier das Richtige getroffen zu haben, und kann nur beifügen, daß

Zeichner und Verleger das Möglichste thaten, um naturgetreue Bilder zu geben, was, wie der Fachmann am besten weiß, gerade bei der Darstellung von Mineralien und Gesteinsstücken außerordentlich schwer ist. An der Hand der gegebenen Abbildungen sollte übrigens, meines Erachtens, doch auch der Nichtfachmann über die wichtigsten, häufigsten und bekanntesten

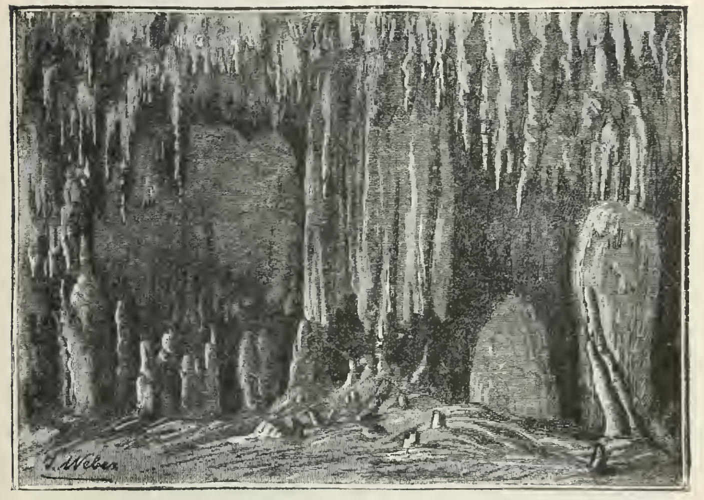


Fig. 19. Adelsberger Grotte.

Gesteinsarten ins reine kommen und einen Granit z. B. von einem Gneis, Porphyr oder Glimmerschiefer sofort zu unterscheiden vermögen. Was die in den Text gedruckten Holzschnitte betrifft, so dürften auch sie ihren Zweck erfüllen und immerhin ausreichen, um dem Leser den Inhalt des Gelesenen rascher zum Verständnis zu bringen.

So gebe ich denn meinem Büchlein den alten deutschen Bergmannsgruß mit auf den Weg, ein frisches, fröhliches

„Glückauf!“

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Inhaltsübersicht des Textes.

Erste Hälfte:

Grundlegender Teil, d. h. übersichtliche Darstellung der für das Verständnis der Gesteinskunde überhaupt notwendigen Voraussetzungen.

Kapitel I: Grundgedanken über Bildung und Zusammensetzung der Erdoberfläche und ihrer Gesteine.

Kapitel II: Die wichtigsten Faktoren bei der Bildung der Gesteine (Feuer, Wasser, Zeit rc.).

Kapitel III: Die Metamorphosierung der Gesteine und ihre Ursachen (durch Druck, Erdbrände, Kontaktbildungen rc.).

Kapitel IV: Entstehung und geschichtliche Entwickelung der Erdkruste. Gegenwärtiges Aussehen derselben (geologische Formationen rc.).

Kapitel V: Wichtigste Thatsachen und Ergebnisse der in die Gesteinskunde einschlägigen Hilfswissenschaften: 1. der Chemie, 2. der Physik, 3. der Mineralogie, 4. der Krystallographie, 5. der Physiologie (zoogene und phytogene Gesteine).

Zweite Hälfte:

Beschreibender Teil, d. h. Aufzählung und Charakterisierung der wichtigsten Gesteinsarten der Erde.

I. Einfache Gesteine.

Kapitel I: Das Eis (Gletscher, Eisberge, Innlandeis rc.).

Kapitel II: Das Salz (Steinsalz, Solquellen, Abbau rc.).

Kapitel III: Gips, Schwerspat und Flußspat, a) Gips (und Anhydrit), b) Schwerspat (und Flußspat).

Kapitel IV: Kalk, Dolomit und Mergel. 1. Kalk. a) krystallisierter Kalk, b) krystallinische Massen, c) derber Kalkstein. 2. Dolomit. 3. Mergel.

Kapitel V: Phosphorgesteine (Phosphorit, Bonebeds, Guano, Chilisalpeter).

Kapitel VI: Quarz- und Silikatgesteine.
1. Quarzgesteine (Quarzit, Quarzsandstein, Kieselschiefer, Feuerstein, Jaspis rc.).
2. Silikatgesteine (Hornblendefels, Chloritschiefer, Talkschiefer, Serpentin rc.).

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Kapitel VII: Eisengesteine (Eisenerze). 1. Spateisenstein. 2. Thoneisenstein. 3. Brauneisenstein. 4. Roteisenstein. 5. Magneteisenstein. Anhang: Geschichte des Eisens und Eisenproduktion.

Kapitel VIII: Inflammabilien (brennbare Gesteine).

1. Kohlengesteine. a) Torf, b) Braunkohle, c) Steinkohle, d) Graphit.
2. Bitumina, Erdöl, Asphalt.
3. Bernstein.

II. Gemengte Gesteine.

A. Gemengte massige Gesteine.

Kapitel I: ältere (plutonische) Eruptivgesteine.

1. mit körniger Struktur (Granit, Syenit, Diorit, Gabbro ꝛc.).
2. mit porphyrischer Struktur (Quarzporphyr, Porphyrit ꝛc.).

Kapitel II: jüngere (vulkanische) Eruptivgesteine.

1. Melaphyre (Melaphyr, Mandelstein, Augitporphyr).
2. Basalte (Basalt, Phonolit).
3. Trachyte (Trachyt, Lava ꝛc.).

B. Gemengte geschichtete Gesteine.

Kapitel III: Gneise (Gneis, Granulit, Hälleflinta ꝛc.).

Kapitel IV: Glimmer- und Urthonschiefer (Phyllite).

1. Glimmerschiefer (Talkschiefer, Hornblendeschiefer ꝛc.)
2. Urthonschiefer (Phyllit, Thonglimmerschiefer) — Chiastolit-, Staurolit-, Sericitschiefer ꝛc.

III. Trümmer- (oder klastische) Gesteine.

Kapitel I: lose Haufwerke.

1. Produkte mechanischer Zertrümmerung durch Wasser (Sand, Kies, Grus, Seifen, Geröll, Geschiebe ꝛc.)
2. Produkte des Feuers (vulkanischer Schutt, Asche, Bimsstein ꝛc.)

Kapitel II: vulkanische Tuffe.

1. Tuffe der jüngeren Eruptivgesteine (Bimsstein-, Trachyt-, Basalttuff ꝛc.).
2. Tuffe der älteren Eruptivgesteine (Augitporphyr-, Grünstein-Porphyrtuff ꝛc.).

Kapitel III: Sandsteine, Konglomerate und Breccien.

1. Sandstein (Kohlensandstein, Buntsandstein, Keupersandstein, Molassesandstein ꝛc.)
2. Konglomerate (Grauwacke, Rotliegendes, Verrucano, Nagelfluhe, Puddingstein ꝛc.).
3. Breccien (neptunistische u. vulkanistische Produkte: Quarzbrockenfels, Knochenbreccien ꝛc. — Basalttuffbreccien, „Griese“ ꝛc.).

Kapitel IV: Thongesteine.

1. eigentliche Thone (Porzellanerde [Kaolin], Steinmark, Töpferthon, Mergel ꝛc.).
2. Lehm und Lößgebilde (Lehm, Löß, Schieferthon, Thonschiefer ꝛc.)

Hofbuchdruckerei Carl Liebich, Stuttgart.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

1. Korallenkalk. — 2. Puddingstein. — 3. Solnhofer Schiefer mit Dendriten.



Erste Hälfte.

Grundlegender Teil,

d. h. übersichtliche Darstellung der für das Verständnis der Gesteinskunde überhaupt notwendigen Voraussetzungen.



Kapitel I.

Grundgedanken über Bildung und Zusammensetzung der Erdoberfläche und ihrer Gesteine.

Wer „die wichtigsten Gesteinsarten der Erde" kennen lernen will, ohne dabei zu tief in wissenschaftliche Detailstudien sich einzulassen, so jedoch, daß er nicht bloß imstande ist, über die Entstehung und Zusammensetzung des Bodens, den er bewandelt, Auskunft zu geben, sondern auch einen allgemeinen Ein- und Überblick hat bezüglich der verschiedenen Arten von Gesteinen, die jenen zusammensetzen, so daß er also z. B. sofort ein Stück Quarz von einem Stück Kalkspat, daß er Granit von Buntsandstein, oder ein eruptives von einem sedimentären Gestein zu unterscheiden weiß: der muß vor allem zu vollständiger Klarheit gelangen über gewisse Grundthatsachen, ohne deren Kenntnis und Verständnis es schlechterdings nicht möglich ist, die Belehrungen sich anzueignen, die im folgenden aus dem weiten Gebiet der Gesteinskunde gegeben werden sollen.

Es ist hier in erster Linie nötig und zwar unumgänglich nötig, daß man sich wenigstens die Elemente derjenigen Fachwissenschaften zu eigen macht, die jenem Zweig der Naturkunde zu Grund liegen oder mit ihm in Beziehung treten, also die Elemente z. B. der Geologie und Paläontologie, der Mineralogie und Krystallographie, der Chemie und Physik. Wer keinen Begriff hat von dem, was ein Krystall ist und wie er

entsteht, keine Vorstellung von dem, was man ein (chemisches) Element, ein Metall oder Metalloid heißt, wem jegliche Kenntnis abgeht über die Gesetze, unter denen sich organische und anorganische Körper bilden, über die Entwicklungsstufen, die unsere Erde im Wechsel der Zeiten durchlaufen hat u. dgl.: der wird auch niemals ein Verständnis bekommen für das Dasein und Sosein der Erdgebilde, wie sie ihm jetzt vor Augen treten. Denn sie alle stellen ja nur etwas Gewordenes dar, das Resultat unendlich langer und unendlich mannigfaltiger Umwandlungsprozesse, bei denen alle möglichen Faktoren, chemische und physikalische Kräfte, lösend und bindend, zerstörend und wiederaufbauend, mitgewirkt haben.

Um nun sofort die Grenzen unseres Erkenntnisgebiets abzustecken, müssen wir zuerst daran erinnern, daß es sich bei der Frage nach den Gesteinen, aus denen unsere Erde besteht, nur handeln kann um diejenigen Gesteinsarten, die ihre Oberfläche, richtiger vielleicht ausgedrückt, ihre Kruste zusammensetzen, und zwar eine verhältnismäßig recht dünne Kruste. Tiefer hinein in den Weltkörper, den wir bewohnen, ist ja noch kein Mensch gedrungen, hat auch noch keiner geschaut. Der tiefste bekannte Schacht, den Bergleute befahren (Przibram in Böhmen, Adalbert-Hauptschacht) ging im Mai 1875 auf 1000 m hinab. Die tiefste gemessene Meerestiefe beträgt etwas über 9,5 km (genau 9427 m, im Süden des stillen Ozeans 1895 vom englischen Schiff Pinquine gelotet), also etwa 600 m mehr als die höchsten Höhen unserer Gebirge aufweisen (Mount Everest und Gaurisankar im Himalajagebiet 8839 und 8820 m). Das tiefste Bohrloch, das bis jetzt hinabgetrieben ward (Schladebach bei Merseburg) erreichte nur 1748,4 m. Hält man diese Zahlen zusammen mit den Zahlen über Umfang, Inhalt und Größe des Erdballs selbst, so bekommt man erst einen Begriff davon, wie wenig uns eigentlich von un-

serem Wohnplatz bekannt ist. Die Erde hat am Äquator (wo sie am dicksten ist wegen der Rotation und Abplattung der Pole) einen Durchmesser von 1719, also einen Halbmesser von 859,5 Meilen; das sind genau 6,378,191 km; somit beträgt die tiefste Tiefe unserer Bohrlöcher erst den 4546sten Teil des Erdhalbmessers, oder kommt etwa einem Nadelstich gleich, mit dem wir den Papierüberzug eines Globus von 1,1 m Durchmesser anbohren. Um auf derselben Kugel die Höhe unserer höchsten Gebirge reliefartig anzudeuten, dürfte der Himalaja mit ca. 8000 m nicht einmal 1 mm groß dargestellt werden. Oder, um ein anderes Beispiel zu gebrauchen: die Unebenheiten unserer heutigen Erdoberfläche sind kleiner als die Unebenheiten auf der Oberfläche eines Eies, die ich bekanntlich erst fühle, wenn ich mit dem Finger über seine Schale streiche. Solche Thatsachen zeigen uns, wie verschwindend klein in Wirklichkeit die Höhen unserer Alpen und die Tiefen unserer Ozeane sind und wie also gar nichts im Wege steht, diese Unebenheiten, die uns Liliputen so riesig erscheinen, als Runzeln oder Falten der sich zusammenziehenden Erdkruste zu betrachten; man darf sie kecklich sogar als sehr unbedeutende Falten, als „Rünzelchen" bezeichnen. Aber auch das Weitere wird uns bei solcher Betrachtung klar, daß wir nämlich, wie schon angedeutet, nur über die Oberfläche unserer Erde, nur über die Gesteinszusammensetzung ihrer Rinde und zwar erst noch einer verhältnismäßig sehr dünnen Rinde etwas wissen. Das Erdinnere ist uns vollständig verborgen und wird's wohl auch bleiben. Wie es dort drinnen aussieht und aus was für Gesteinen oder Massen der Kern unseres Planeten gebildet ist, darüber läßt sich auf dem heutigen Standpunkt unserer Erkenntnis gar nichts Bestimmtes sagen. Begreiflicherweise haben sich die Gelehrten auch mit derartigen Fragen schon viel beschäftigt, und es wird noch heute groß darüber gestritten, ob das Erdinnere feurig-flüssig, wenigstens

latent flüssig, oder unser Planet schon bis zum Zentrum erstarrt, ob diese Erstarrung von innen nach außen oder von außen nach innen vor sich gegangen sei, ob der Erdkern, wie das spezifische Gewicht der Erde zu erfordern scheint, aus schwereren Stoffen bestehe als ihre Kruste, und aus welchen (etwa Eisen oder sonst einem Metall u. dgl.). Für uns und unsere vorliegende Arbeit sind alle derartigen „Probleme“ völlig gegenstandslos, eben weil es „Probleme“, d. h. ungelöste und vorderhand auch unlösbare Fragen sind, mit denen wir hier nichts zu thun haben. So werden wir auch künftig, wo immer ähnliche Streitfragen an uns herankommen — und das wird dutzendmal der Fall sein —, dieselben zwar andeuten, aber in keiner Weise uns auf nähere Erörterungen derselben einlassen. Haben wir ja doch nur den rein praktischen Zweck im Auge, den Leser mit den Gesteinsarten bekannt zu machen, die jetzt unsere Erdoberfläche zusammensetzen.

Und zwar nur mit „den wichtigsten“ derselben. Damit haben wir uns wiederum eine Schranke, und zwar eine sehr nötige und berechtigte Schranke gesteckt. Denn was hätte es für den Laien für einen Wert, sich die hundert und aber hundert Namen von Mineralien einzuprägen, von denen er die meisten wahrscheinlich nie in seinem Leben zu sehen bekommt? Es ist nämlich eine wohl zu beachtende und in gewisser Hinsicht höchst angenehme Thatsache, daß die Hauptmasse unserer Gesteine aus verhältnismäßig wenigen Mineralien sich zusammensetzt. Wenn man heutzutag etwa 1000 Gesteinsarten zählt, die in unsern Sammlungen aufgestellt und beschrieben sind, so kommt der gewöhnliche Mann mit circa dem fünfzigsten Teil davon aus, d. h. wenn sich jemand ungefähr 20 der wichtigsten und und häufigsten Gesteinsarten merkt, allerdings nicht bloß deren Namen im Gedächtnis hat, sondern sich vollkommen klar geworden ist über Bildung, Zusammensetzung und Wesen

derselben, so daß er sofort weiß, was Granit, was Dolomit, was Glimmerschiefer u. dgl. ist: der wird sich bald nicht bloß in seiner Umgebung, sondern überall, in welche Länder ihn auch sein Weg führen mag, im allgemeinen auskennen über den Boden, auf dem er wandelt. Sind doch die meisten der in unsern Sammlungen aufbewahrten Mineralien solch seltene Vögel, daß man sie mit Blumen vergleichen könnte, die auf einer großen Grasfläche, oder mit Edelsteinen, die in einer mächtigen Gebirgsmasse, aber eben nur sehr vereinzelt, eingestreut sind.

Auch unter den Elementen, d. h. den letzten Grundstoffen, welche die Chemie kennt und nicht weiter mehr auflösen kann, sind weitaus die meisten gar seltene Dinger; die Hauptmasse aller auf Erden befindlichen Körper setzt sich nur aus etlichen wenigen zusammen, die man aber eben deshalb gründlich kennen und sich einprägen muß. Wer zu viel will, der bekommt in der Regel nichts; wer meint, das naturkundliche Wissen bestehe in einer Unmasse von Namen, die er sich eintrichtert, der ist auf falscher Fährte; er sieht, wie das Sprichwort sagt, meist „den Wald vor lauter Bäumen nicht.

Endlich machen wir darauf aufmerksam, daß unsere Kenntnis über die Gesteinsarten, aus denen die Erde besteht, doch auch wieder nicht so gering ist, obwohl wir, wie gesagt, ja nur die äußerste Rinde untersuchen können. Ganz richtig, Gesteine aus einer Tiefe von mehr als ein paar tausend Meter bekommen wir durch eigene Arbeit nicht in die Hände; denn wir können dort unten nicht klopfen. Dagegen hat die gütige Natur selbst dafür gesorgt, daß wir sie wenigstens zu Gesicht bekommen. Denn durch die im Lauf der Erdgeschichte vor sich gegangenen Revolutionen, durch die verschiedenen Faltungen und Einbrüche, Senkungen und Hebungen, denen unsere Erdkruste von jeher unterworfen war und heute noch ist, wurde an tausend

Orten das unterste zu oberst gekehrt, so daß wir jetzt auf den höchsten Alpenspitzen Gesteine finden können, die einst in der tiefsten Meerestiefe sich abgelagert hatten, oder daß uns das allerälteste Gesteinsmaterial oft hart neben solchem begegnet, das sich noch fortwährend vor unsern Augen bildet.

Dazu erinnern wir an die Vulkane, deren Thätigkeit gleich mit der ersten Erstarrung der Erdrinde beginnt, während der ganzen langen Geschichte der Erde fortgeht und bekanntlich noch heute auf der gesamten Oberfläche unseres Planeten zu beobachten ist. Das Material, das diese Feuerberge aus ungemessenen, jedenfalls bis jetzt uns völlig verborgenen Tiefen des Erdinnern zu Tag fördern, macht uns wiederum mit einer Reihe von Gesteinen bekannt, die dem Menschen, der nur die Oberfläche kennt und bewohnt, anderweitig niemals wären zugänglich geworden. Somit werden wir thatsächlich so ziemlich auf das Laufende gebracht über die verschiedenen Gesteinsarten, aus denen unsere Erdkruste, ja wohl die Masse des ganzen Erdkörpers sich zusammensetzt. Es ist kaum anzunehmen, daß große Massen im Erdinnern aus anderen Stoffen bestehen, als solchen, die uns auf der Erdrinde begegnen, wie ja auch die Spektralanalyse gezeigt hat, daß die elementaren Stoffe, aus denen die Weltkörper, jedenfalls diejenigen unseres Sonnensystems bestehen, fast überall die gleichen sind.

Dies führt uns auf einen weiteren und ähnlichen Gedanken, den wir bitten müssen, als Grundgedanken gleich von Anfang an fest und stät im Auge zu halten, den Gedanken nämlich, daß, wie im ganzen Weltall mehr oder weniger dieselben Stoffe vorhanden sind, so auch dieselben Kräfte und Gesetze darin walten und zu allen Zeiten gewaltet haben. Es erscheint uns durchaus widersinnig, zu denken, daß etwa zur Steinkohlenzeit ganz andere Faktoren auf Erden geherrscht haben sollen als heutigen Tags. Es mögen ja wohl damals andere

Verhältnisse und Gestaltungen auf unserem Planeten bestanden haben, als dies jetzt der Fall ist, z. B. hinsichtlich der Temperatur, der Feuchtigkeitsmenge, der Wasserbedeckung u. dgl.: die Gesetze selbst aber, nach denen die betreffenden Vorgänge sich vollziehen, waren damals sicher schon ganz dieselben wie heute; denn Naturgesetze sind keinem Wechsel unterworfen.

Mag man sich also die Veränderungen noch so gewaltig vorstellen, die im Lauf der Zeiten auf Erden vor sich gegangen, mag man sich diese Zeiträume selbst noch so lang denken — menschlich gesprochen dürfen wir hier sogar ohne Anstand ein „unendlich“ davorsetzen —: zu allen Zeiten ist doch das Wasser den Berg hinab geflossen oder hat sich dasselbe bei einem bestimmten Hitzgrad in Dampf verwandelt, kurz zu allen Zeiten haben die nämlichen Gesetze geherrscht, und dies wird auch in alle Zukunft so bleiben.

Mit Beziehung auf diese Thatsachen stellen wir dann einen weiteren und zwar sehr praktischen Grundsatz auf, wir erinnern daran, daß alle Naturforschung von der Beobachtung des gegenwärtig Gegebenen ausgehen, d. h. daß man, wenn irgend etwas erreicht und gefunden werden soll, die Dinge und Vorgänge genau so untersuchen muß, wie wir sie noch heute vor unsern Augen sich abspielen sehen.

Wenden wir das auf unsern Gegenstand, auf das Kennenlernen der wichtigsten Gesteinsarten auf der Erdoberfläche an, so heißt es nichts anderes als: thue deine Augen auf und beobachte genau, was du überall und tagtäglich in dieser Hinsicht siehst und sehen kannst in deiner nächsten Umgebung. Dann besinne und frage dich: warum ist das so? oder wie und wodurch ist es so geworden? u. dgl.

Da tritt nun zunächst ein Doppeltes vor dein Auge und deinen Geist. Zum ersten zeigt dir jeder Schritt, den du thust auf dem Boden, darauf dich Gott gesetzt hat,

daß das Gesteinsmaterial, aus dem die Erde, oder, richtiger ausgedrückt, die Erdkruste besteht, aus den allerverschiedenartigsten Stoffen zusammengesetzt ist. Du unterscheidest ohne weiteres harte und weiche, krystallinische und krystallisierte, glatte und rauhe, durchsichtige und undurchsichtige, leichte und schwere Körper, du unterscheidest mit einem Wort die tausendfältigen Gebilde im Steinreich nach Form und Farbe, nach Härte und Schwere, nach Aussehen und Zusammensetzung, und Dutzenden anderer Eigenschaften. Und daraus ziehst du den gewiß ganz richtigen Schluß, daß die Stoffe, aus welchen sich diese Körper gebildet haben, von Haus aus verschieden gewesen und noch sein müssen, d. h. du kommst auf das, was die Chemie unter ihren „Elementen" versteht. Das ist das eine.

Das andere aber, was dir die tagtägliche Beobachtung der Natur, was dir der nächste beste Gang in deine Umgebung vors Auge führt, dies andere besteht darin, daß du bald inne wirst, wie auch das tote Gesteinsmaterial einer fortwährenden Veränderung unterworfen ist. Da sind es bald mechanische Kräfte, welche solch einen Stein umformen, entweder ihn zu Staub zermalmen, oder mittelst des Wasser fortführen, abrollen und glattschleifen, oder es sind chemische Vorgänge, die an ihm arbeiten, Säuren, die zersetzend und auflösend, Verbindungen, die bauend und schaffend auf ihn einwirken. Dann kommt die Welt des Lebendigen, es kommen Pflanzen und Tiere, es kommen sogar die Menschen, die seine Stoffe in ihrem Organismus verwerten u. dgl. Kurz, es ist auch im Reich der Gesteine eine ewige Bewegung, Veränderung, Umwandlung zu konstatieren, so daß man sagen muß, wie seltsam es klingen mag: Auch in dieser Welt des Starren und Toten ist Bewegung die Regel, ruhiges Verharren dagegen die Ausnahme. Ein paar Beispiele mögen dies darthun.

Der Ausbruch des Vesuv im Jahr 1872 förderte 20 Millionen Kubikmeter Material aus dem Erdinnern hervor, die Quellen von Karlsbad bringen jährlich 4000 kbm feste Bestandteile zu Tag, Elbe und Moldau führen alle Jahr 250000 kbm Boden und Gestein aus Böhmen hinweg, unsere Albflüßchen schaffen etwa 60000 kbm aus den Juragehängen zum Neckar, also überall Leben und Bewegung auch in der „toten" Natur. Wir erinnern bei dieser Gelegenheit an den Kreislauf des Wassers durch's Luftmeer zum Ozean zurück, an denjenigen des Salzes, das zweifellos von unsern Flüssen aus den Salzstöcken ausgelaugt und in gelöstem Zustand dem Meer zugeführt wird, dort aber wieder zu neuen Salzstöcken sich anhäuft, bis in späteren Erdperioden vielleicht auch diese wieder ausgelaugt werden. Wir erinnern an die Dünenbildung unserer Nordseeküsten, an die Lößanhäufung in China (durch den Wind), an den Kampf des Meeres mit dem Land an Flach- und Steilküsten (z. B. die Abbröckelung Helgolands), an die Abhoblung der Berge durch Denudation, an die Vertiefung und das stets nach rückwärts stattfindende Weiterfortschreiten der Thäler durch Erosion und hundert ähnliche Thatsachen, aus denen doch klar hervorgeht: alles ist in fortwährender Bewegung und Veränderung begriffen.

Und wie das von ganzen Massen, so gilts auch von einzelnen Stücken. Jeder abgerollte Kieselstein, den ich einem Bachbett entnehme, jede Muschel, die ich am Seestrand auflese, jedes Goldklümpchen, das ich aus dem Schwemmland auswasche, jedes Sandkorn, das ich in der Hand halte, ist ein thatsächlicher und augenfälliger Beweis hiefür; denn all diese Dinge sind nicht von Anfang an so gewesen, wie ich sie jetzt sehe, und sind nicht von Haus aus da gelegen, wo ich sie jetzt finde. Wie also die großen Weltkörper im Himmelsraum samt und sonders in ununterbrochenem Lauf ihre Bahnen durchwandeln, so ist auch auf Erden jedes

Stückchen Stoff in beständiger Bewegung und ebendamit Veränderung begriffen. Auch die Steine werden geboren und sterben, nehmen ab und nehmen zu, je nach den Umständen, haben also auch ihre Geschichte, haben ein Sich-entwickeln und Wachsen, wenn gleich natürlich ganz anderer Art als die organischen Gebilde.

Und doch eine Analogie mit dem tierischen oder pflanzlichen Wachsen zeigt in gewissem Sinn auch das Mineralreich, wir meinen in der Bildung der Krystalle. Fragen wir uns: was ist im Krystall und wie entsteht ein solcher? so weiß zwar fast jedes Kind darauf Antwort zu geben; eine klare Vorstellung von der Sache aber haben nur Wenige. Wir können vielleicht am kürzesten uns so ausdrücken: Krystalle sind die Individuen (Einzelwesen) des Mineralreichs. Wie ich bei Betrachtung eines Fichtenwalds entweder den ganzen Wald oder aber jede einzelne Fichte ins Auge fassen kann, so erhalte ich ganz ähnliche Bilder, wenn ich irgend einem mineralischen Stoff, der gelöst oder geschmolzen in einem Gefäß sich vor mir befindet, aus diesem flüssigen in den festen Zustand übergehen lasse. Die Substanz, die sich aus der (gesättigten) Lösung, der sogen. Mutterlauge, bei deren Verdunstung abscheidet, oder die bei Temperaturerniedrigung aus der geschmolzenen in die feste Form übergeht, thut dies stets so, daß sie dabei eine regelmäßige, vieleckige Gestalt annimmt, deren Kanten, Winkel und Ecken nach ganz bestimmten Gesetzen geordnet sind. Ein einzelner derartiger Körper ist dann eben das, was wir einen Krystall heißen, dasselbe, was eine einzelne Fichte im Fichtenwald darstellt, um bei obigem Bild stehen zu bleiben. Bei jedem derartigen Vorgang scheiden sich nämlich stets aus einer gelösten oder geschmolzenen Masse eine ganze Menge von Krystallen ab, wenn immer Raum dafür da ist. Fehlt es dagegen an diesem, oder ist derselbe beschränkt, so daß die an-

schießenden Krystalle genötigt sind, durch einander und in einander hineinzuwachsen, so entsteht das, was man als „krystallinisches" Gefüge bezeichnet. Die einzelnen Krystalle haben nicht Gelegenheit gehabt, sich vollkommen auszubilden; daß sie aber doch die Tendenz dazu hatten, zeigen die glänzenden Spiegelflächen, die überall beim Anbruch zu Tag treten. Manchmal wachsen diese Einzelkryställchen allerdings auch so fest durcheinander, daß man, wenigstens mit bloßem Auge, auch nicht einmal etwas krystallinisches mehr an der Masse erkennen kann, z. B. bei geschmolzenem Blei, das man erkalten läßt.

Unter dem Mikroskop gesehen, zeigt übrigens auch eine solche Masse immer wieder das Wesen ihrer Entstehung. Mit einigen Kunstgriffen hat man es sogar stets in der Hand, wenigsten einen Teil derartiger Massen in gewissem Sinn zur Bildung von Krystallen zu zwingen. So z. B., wenn man eben von geschmolzenem Blei, nachdem ein Teil desselben erstarrt ist, die übrige, noch flüssige Masse wegschüttet, hat man das Vergnügen, die schönsten Bleikrystalle an ersterer Partie aufschießen zu sehen. Ebenso wird bekanntlich die Bildung von Krystallen wesentlich befördert, wenn man in die Lösung (oder den Schmelzfluß) feste Körper, z. B. Holzstäbchen, Fäden, u. dgl. eintaucht. Allgemein wird diese Manipulation in der Praxis bei Herstellung von Kandiszucker und Kupfervitriol angewandt. Auf diese Weise bekommt man auch häufig vollkommen, d. h. nach allen Seiten ausgebildete („um und um krystallisierte) Krystallkörper, und da wir solche oft genug auch in der Natur selbst treffen, so wirft obiges Verfahren ein Licht auf manche uns sonst rätselhaften Vorgänge bezüglich deren Entstehung.

Wie kommt es nun und womit hängt es zusammen, daß überhaupt „Krystalle", d. h. derartig regelmäßige Körperformen im Mineralreich sich bilden? Antwort: es ist ein Gesetz, wonach die kleinsten Teilchen (Atome und

Moleküle) fast jedes irdischen Stoffs, wenn letzterer in gelöstem oder geschmolzenem Zustand sich befindet, bei ihrem Wiederzusammentritt (Trocknen oder Festwerden der Flüssigkeit), wenn anders Raum, Zeit und Gelegenheit hiezu vorhanden ist, sich so aneinander legen, daß ganz regelmäßige Gebilde dabei entstehen. Und zwar läßt jeder Stoff, sei's nun ein einfacher, ein Element (z. B. Gold, Blei, Schwefel ꝛc.), das aus „Atomen", sei's ein zusammengesetzter (wie Eisen

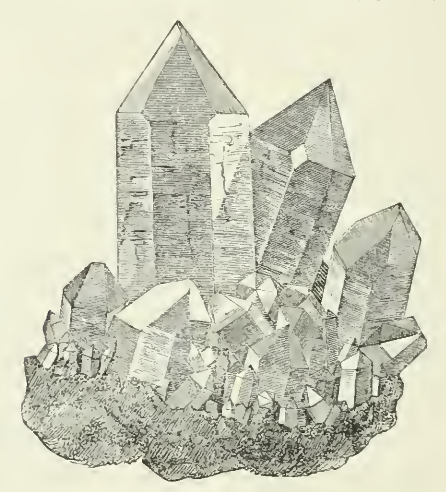


Fig. 1. Gruppe von Bergkrystall (Quarz).

kies, Kochsalz ꝛc.), der aus „Molekülen" besteht, bei der Bildung von Krystallen seine kleinsten Teilchen stets in ganz bestimmter Weise nach einem ihm innewohnenden Gesetz sich zusammenfügen.

So bildet z. B. der kohlensaure Kalk, wenn man ihn krystallisieren läßt, immer Rhomboëder; Flußspat, Steinsalz, Bleiglanz schießt zu Würfeln, Schwefelkies zu Oktaëdern (und Würfeln), der Granat zu

Zwölfflächnern (Dodekaëder oder Granatoëder), die Kieselsäure (Quarz) zu sechsseitigen Säulen (vgl. die hier beigefügte Fig. 1.) an u. s. w., so daß man meist schon nach der Krystallform sofort das betreffende Mineral zu bestimmen vermag. Wir können hier natürlich nicht weiter auf diese Sache eingehen, die den Inhalt einer eigenen Fachwissenschaft, der Krystallographie, bildet, und fügen nur noch bei, daß viele Mineralien in allen drei Formen vorkommen, die man in dieser Hinsicht unterscheidet, nämlich als Krystalle, in krystallinischer Form und wieder völlig gestaltlos (amorph) oder „derb" d. h. als gleichartige Masse. Wir weisen nur etwa hin auf den Zucker, der im Kandis krystallisiert, als Hutzucker krystallinisch sich zeigt, aber auch als derbe Masse bereitet werden kann; desgleichen auf den (kohlensauren) Kalk, der bald als Kalkspat (Krystall), bald als „Zuckerkorn" (krystallinisch, z. B. karrarischer Marmor), in der Regel aber als gemeiner Kalkstein (amorph) in der Natur vorkommt; oder auch auf Quarz, den wir bald als Bergkrystall, bald als krystallinisches Gebilde (so bei Rosenquarz, gemeinem Quarz im Glimmerschiefer rc.), ebenso oft aber auch amorph antreffen (z. B. Chalcedon, Achat, Feuerstein rc.). Zur Bildung von Krystallen ist übrigens immer einerseits ein Gelöstsein der betreffenden Substanz und andererseits eine Gelegenheit erforderlich, wonach der betreffende Stoff seine Teilchen frei an einander fügen kann (ein Hohlraum, eine Spalte, „Druse" oder drgl. etwas.)

Meist schießen dann die einzelnen Krystalle, von der Unterlage aus frei in den Hohlraum hineinwachsend, in Menge neben einander an, sind also auf einer Seite (dem Ausgangspunkt oder der Unterlage) festgeheftet. Man kann danach die Krystallbildung zweifellos als ein „Wachsen" bezeichnen, das aber natürlich wohl zu unterscheiden ist von dem organischen Wachstum der Zellen, die von innen

heraus kraft ihres „Lebens“ sich verändern, teilen und an einander reihen, wogegen das tote Gestein nur durch fortwährenden Zuzug weiterer von außen sich anfügender Stoffteilchen sich vergrößert, aber allerdings bezüglich der Form der Aufeinanderlagerung derselben auch nach einem ihm innewohnenden bestimmten Gesetz.

Gehen wir nun nochmals auf unsere zwei oben angeführten und auf dem Weg der Beobachtung als Thatsachen erhärteten Grundsätze zurück, wonach einerseits von Haus aus gar verschiedene Stoffe die Erdkruste zusammensetzen und andererseits von Anfang an und noch heute fortgehend eine ununterbrochene Bewegung und Veränderung in diesen Stoffen sich zeigt, und sehen uns von diesem Gesichtspunkt aus wieder in der uns umgebenden Natur, das Auge auf die Gesteinswelt gerichtet, genauer um, so geben uns jene beiden Sätze zugleich die beste und einfachste Antwort auf die weitere, sich immer neu uns aufdrängende Frage: wie ist denn das alles geworden und warum ist es gerade so geworden, wie wir es heute vor uns haben?

Wir sehen einmal die verschiedensten Gesteinsarten auf der Erdoberfläche verbreitet und zugleich in der verschiedensten Zusammensetzung. Natürlich, denn von Anfang an gab es ja verschiedene Stoffe, die das Bestreben in sich trugen und tragen, sich in der verschiedensten Weise mit einander zu mengen und zu verbinden. Daß nun während der — menschlich gesprochen — unendlich langen Zeit, in welcher sich die Geschichte der Erde bis heute abgespielt hat, die allermannigfaltigsten Mengungen und Umgestaltungen dieser Stoffe auch wirklich eingetreten sind, ist selbstverständlich. Wir sehen aber weiter vielfach Gesteine und Gesteinsarten, die einander gar nichts angehen, oft hart neben einander, wir sehen manches, das z. B. unserem System nach unten sein sollte, oben liegen und umgekehrt, sehen über-

haupt oft genug einen scheinbar greulichen Durcheinander und Wirrwarr in diesen Gesteinen und Gesteinsschichten. Daß es so ist und so sein muß, wird uns ebenfalls sofort einleuchten, wenn wir daran denken, wie eben seit unvordenklichen Zeiten die verschiedensten Bewegungen auf der Erde stattgefunden haben, Vorgänge, die auch heute noch ganz in derselben Weise wie von Anfang an sich vollziehen.

Unmittelbar daran schließt sich aber natürlich die weitere Frage nach den Kräften, welche diese Bewegungen erzeugt, diese Veränderungen hervorgerufen haben, beziehungsweise dies fortwährend thun. Und einige von diesen haben wir schon im bisherigen angedeutet. Wir haben hingewiesen auf die beständigen Hebungen und Senkungen (zum Teil ganzer Kontinente), die miteinander abwechseln, auf die Faltung und Runzelung der Erdkruste, welcher wir die Entstehung unserer Kettengebirge verdanken; das alles hängt mit der Schwerkraft zusammen, die dem Stoffe als solchem eigen ist, und infolge der alle Körper auf der Oberfläche unserer Erde deren Mittelpunkt zuzustreben scheinen. Wir haben weiter geredet von den Stoffmassen, die im Wasser gelöst von dem einen Ort weg und an einen andern hingeführt oder aber einfach durch äußeren Anstoß, sei's durch Vulkane, sei's durch Fluten, sei's endlich durch den Wind von ihrer ursprünglichen Stätte fortbewegt werden. Hier handelt sich's um allerlei chemische und mechanische Kräfte, die fortwährend ihr Wechselspiel auf dem Erdball treiben.

Wir haben auch angedeutet, daß selbst Pflanzen und Tiere gesteinsbildend oder gesteinsauflösend werden können. Da haben wir es dann mit einer ganz neuen und anders gearteten Kraft, mit derjenigen des organischen Lebens zu thun, das thatsächlich einen gewaltigen Einfluß ausübt und gewaltige Veränderungen hervorruft in dem toten Stoff, der ihm zu Grund liegt.

Damit wären wir einerseits auf die verschiedenen Faktoren zu reden gekommen, die zur Bildung und Umgestaltung des Gesteinsmaterials auf der Erde Veranlassung geben, andererseits aber auch auf die Zeiträume, innerhalb deren jene Veränderungen in geschichtlicher Reihenfolge nach und aus einander vor sich gegangen sind.

Das führt von selbst auf zwei weitere Abschnitte, die wir der Darstellung unseres eigentlichen Themas nochmals einleitend vorausschicken müssen, es wäre ein Überblick über die Hauptfaktoren für die Bildung unserer Gesteine und sodann ein solcher über die Entstehung und geschichtliche Entwicklung der Erdoberfläche bis zu ihrem heutigen Stand.

Beginnen wir mit ersterem, nämlich mit einem Blick auf

Kapitel II.

Die wichtigsten Faktoren bei der Bildung der Gesteine,

so erinnern wir daran, daß zweifellos unter all den Kräften und Stoffen, die den gegenwärtigen Stand und Zustand des Gesteinsmaterials, aus dem die Erdrinde sich zusammensetzt, geschaffen haben, und die, wie von Anfang so noch heute, am meisten verändernd und umbildend darauf einwirkten und einwirken, als die beiden bedeutsamsten, diejenigen des Feuers und des Wassers hier in Betracht kommen. Diese zwei sind und bleiben in der That die beiden hauptsächlichsten Gesteinsbildner, in dem Sinn, daß wir sagen: das Sosein der Gesteine, wie sie jetzt unserem Auge begegnen, ist fast allein entweder der Wirkung des Feuers oder derjenigen des Wassers zuzuschreiben. Hat man ja doch darnach schon die Gesamtmasse unserer Gesteine kurzweg in die zwei großen Gruppen der Feuer-

und Wassergesteine eingeteilt und kann und darf dies auch mit Recht thun, wenn man dieselben nur vom Gesichtspunkt ihrer Entstehung aus betrachtet.

Treten wir zu diesem Ende einmal an die Feuergesteine heran und betrachten uns, um auch hier an alltägliche Vorgänge anzuknüpfen, die Thätigkeit eines Vulkans. Jedermann weiß, daß ein solcher fortwährend aus dem Erdinnern allerlei Gesteinsmaterial zu Tage fördert, das meist mit dem übrigen Gestein seiner Umgebung gar nichts zu schaffen hat. Da sind es entweder eigentliche Auswürflinge, je nach Größe und Form bald Bomben, bald Lapilli („Steinchen") oder auch Asche genannt, die er oft in ungeheurer Menge aus dem Krater „speit" und an den Rändern desselben aufschüttet, auch wohl über meilenweite Strecken hinschleudert; oder aber es ist ein zähflüssiger Brei von geschmolzenem Gestein, das sich irgendwo am Fuß des Kraters ein Loch durch diesen bricht und aus demselben in zuerst raschem, dann immer langsamerem Lauf abfließt, ebenfalls oft meilenweite Ströme bildend, die sogen. Lava. (Vergl. S. 20 und 21 uns. Fig. 2 u. 3, welche 2 verschiedene Arten von erstarrter Lava, die sogen. Block- [Fig. 2] und die sogen. Flocken- oder Gekröslava [Fig. 3] darstellen). An der Luft sich abkühlend erstarrt die anfänglich feuerflüssige Masse nach und nach, so zwar, daß zuerst die Oberfläche erkaltet und daher einen schützenden Mantel bildet, unter welchem die Hauptmasse noch jahrelang glühend bleiben kann, während der Mensch ruhig auf der erkalteten Kruste wie auf einer Eisdecke umhergeht. Schließlich erscheint das Ganze als ein meist dunkelgefärbtes, bald gleichförmiges, bald poröses Gestein und zwar als ein echtes Massengestein, das nirgends Schichtung oder Schalung zeigt und auch der Natur seiner Entstehung nach gar nicht zeigen kann.

Ebenso verbietet diese Entstehung jeden Gedanken daran,

ob man vielleicht später einmal in diesem erkalteten Brei wie in so vielen andern Gesteinen Petrefakten eingeschlossen finden möchte. Daß dies ein Ding der Unmöglichkeit ist,

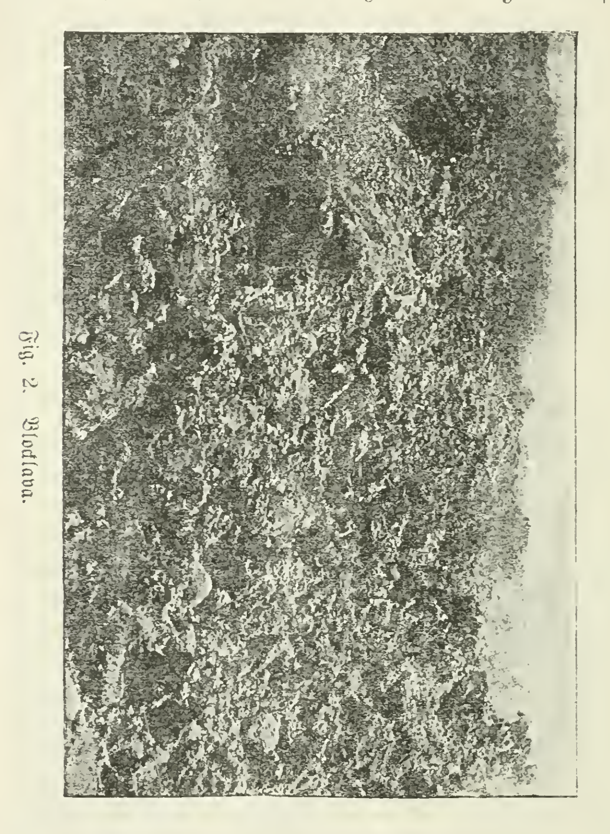


Fig. 2. Blocklava.

liegt auf der Hand. Denn Petrefakten (d. h. Versteinerungen) sind ja die Reste früherer Tiere und Pflanzen. Wie können aber solche jemals in einem glühenden Lavabrei gelebt haben? Und wenn etwa das eine und andere von außen hinein-

gefallen und von dem Brei umschlossen worden wäre, hätte es nicht sofort in der Glut seinen völligen Untergang „mit Haut und Haar“ finden müssen, ohne eine Spur seines Daseins zu hinterlassen?

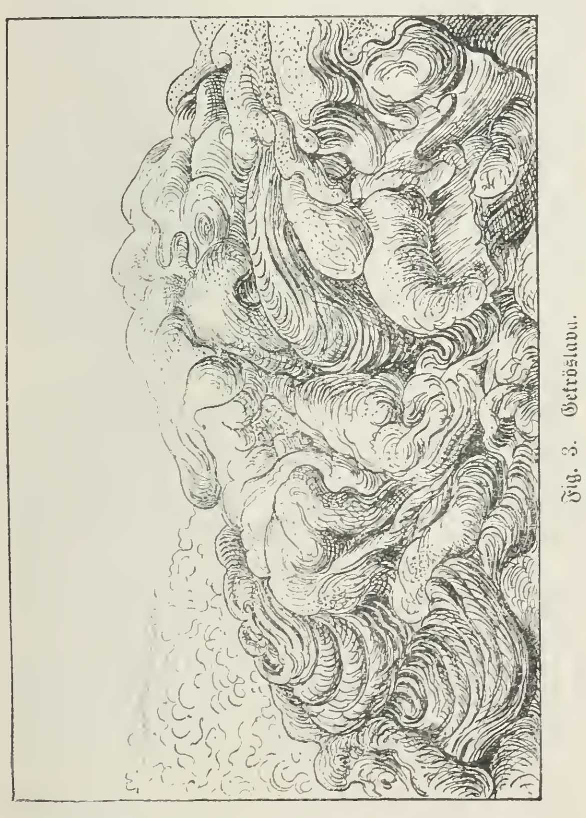


Fig. 3. Gekröslava.

Nun finden wir aber, allerwärts auf der Erdoberfläche zerstreut, eine Menge ähnlicher Gesteine, deren ganze Form und Zusammensetzung uns an Laven erinnert, und

denen ebenfalls jede Spur von organischen Resten fehlt. Eine einfache Schlußfolgerung nötigt uns, ihnen einen ähnlichen Ursprung zuzuweisen, wie unserer heutigen Lava, auch da und dann, wo wir von vulkanischen Ausbrüchen in der weitesten Umgebung derselben jetzt nichts mehr wahrnehmen können. Es ist daher auch die allgemeine und sicher ganz richtige Überzeugung der Geologen, daß derartige Gesteine in früheren Erdperioden ähnlich, wie heute die Lava, aus der Tiefe glutflüssig hervorgebrochen seien, wenn auch vielleicht unter ganz andern Verhältnissen und Erscheinungen, als wir sie jetzt haben. Man nennt daher diese sämtlichen Gesteine auch Eruptiv- d. h. Ausbruchsgesteine, eben um damit die Art ihrer Entstehung zu bezeichnen. Sieht man sie sich dagegen nach ihrer Gestaltung und Zusammensetzung an, so heißen sie — ebenso richtig — Massengesteine, weil sie naturgemäß gleichförmige Massen darstellen, ohne jegliche Spur von Schichtung.

Und warum sollten solche Gesteine nicht auch aus früheren Erdperioden uns erhalten geblieben sein? Sollte die Erde das „Speien" erst in unsern Tagen angefangen haben? Nicht der mindeste Grund liegt vor, letzteres anzunehmen, dagegen Thatsachen genug, die bezeugen, daß wohl keine einzige der hinter uns liegenden Perioden vorübergegangen ist, in der nicht die unterirdischen Kräfte sich Luft gemacht und glühendes Material aus dem Erdinnern ans Tageslicht gebracht hätten. Einzelne Zeiträume scheinen allerdings sich ganz besonders durch solche Eruptionen ausgezeichnet zu haben, während es in anderen in dieser Hinsicht wieder ziemlich ruhig auf der Erde zugegangen sein mag.

Man unterscheidet in dieser Beziehung sogar zwei Reihen von Ausbruchsgesteinen: die älteren oder plutonischen*)

*) Pluto, der Gott der Unterwelt.

und die jüngeren oder vulkanischen*). Plutonisch heißt man alle Massengesteine von der Urzeit bis zum Mittelalter der Erde, also Granit, Porphyr, Grünsteine ꝛc., vulkanisch dagegen diejenigen, welche den jüngeren und jüngsten Formationen angehören, also zur sogen. Kreide-, Tertiär- und Diluvialzeit hervorgebrochen sind, wie Basalt, Trachyt, Klingstein u. dgl. Letztere Gesteine bilden dann den ganz natürlichen Übergang zu unsern heutigen Laven. Daß die Art und Weise des Ausbruchs zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten eine verschiedene war, liegt wieder in der Natur der Sache. »Practica est multiplex« auch in der Natur und noch heutigen Tags.

So sind z. B. die meisten der heute noch thätigen Vulkane sogen. Strati- (d. h. „geschichtete“) Vulkane, weil sie ihre Kegelberge durch Aufschüttung des von ihnen ausgeworfenen Materials selbst erzeugt haben. Aus früheren Erdperioden aber begegnen wir neben Feuergesteinen, die auch damals einem Vulkan entströmt und an dessen Seite herabgeflossen sind (z. B. in der Auvergne und Eifel), auch wieder solchen, die wahrscheinlich niemals wirklich ans Tageslicht traten. Beim Einbruch einer Bodenscholle füllte die glühende Masse, die von unten heraufdrückte, eine Spalte aus, hatte aber nicht die Kraft, vollständig bis zur Oberfläche emporzudringen, und erstarrte in jener Spalte wie in ihrem eigenen Krater. Die Gesteinsmassen, die in diesem Fall bei dem zum Teil nur einmaligen Ausbruch in Gestalt von Bomben und Aschen hervorgeschleudert wurden, legten sich dann als „Tuffmantel“ um den harten Innenkern her. Spätere Fluten wuschen den weichen „Tuff“ teilweise wieder weg und der erstarrte Kern von Basalt, Phonolit u. dgl. blieb stehen. So etwa denkt man sich die Bildung der alten Hegauvulkane (Hohentwiel, Mägdeberg u. s. w.).

*) Vulkan, der Gott des Feuers.

Sind derartige Ausbruchsmassen noch heute unter andern Gesteinsschichten begraben, so nennt man sie Lakkolite*); haben dieselben Seitenspalten ausgefüllt und ihr glühendes Material vom Hauptgang auch noch in Nebengänge eingetrieben, so heißt man letztere Apophysen**).

Weiter ist zu beachten, daß durch solche Ausbrüche von glühendem Material das umliegende Gestein, das durchbrochen oder dessen Spalten und Gänge ausgefüllt wurden, in der Regel allerlei Veränderungen erlitt. Der ge-

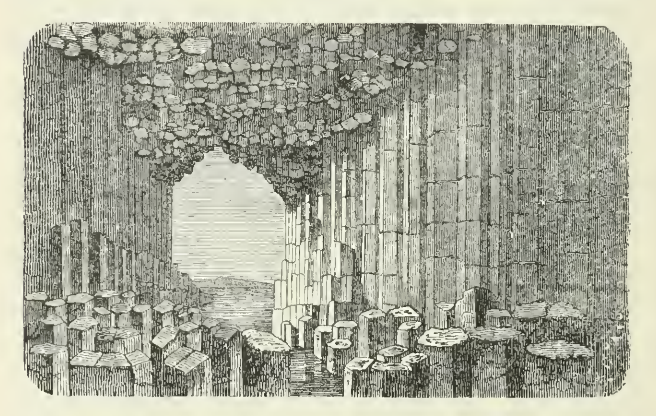


Fig. 4. Fingalshöhle.

wöhnliche dichte Kalkstein z. B. wurde oft in eine krystallinische Masse („zuckerkörnigem Marmor") verwandelt, wie man dies an Kontakt-(Berührungs-)stellen, z. B. bei Predazzo in Südtirol so schön sehen kann. Weißes Gestein wurde durch die aufsteigenden Dämpfe geschwärzt, was manchmal der schwäbische Weißjura an den Stellen zeigt, da er von Basaltgängen durchbrochen wird. Braunkohlen bekamen durch Ein-

*) Lakkolit, griech., wörtlich „Zisternenstein".

**) Apophysen, griech., „Verzweigungen".

wirkung der heißen Basaltmassen eine stenglichte Absonderung, so daß sie jetzt dastehen wie die bekannten Basaltsäulen selbst (Hessen und Sachsen) u. dgl.

Was letztere betrifft, so mag ebenfalls gleich hier angefügt werden, daß allerdings auch Massen- und Feuergesteine, wie der Basalt, unter Umständen in regelmäßiger Weise, nämlich eben in solche Säulen sich absondern können, wofür die an der schottischen Küste liegende Insel Staffa mit ihrer berühmten Fingalshöhle (vgl. uns. Fig. 4, S. 24) und die Rheingegend (Königswinter) bekannte und treffliche Beispiele bieten. Nur ist hier überall nicht an Schichtung und Ablagerung zu denken, wie etwa bei unsern Kalkgebirgen, ebensowenig an ein Anschießen und Wachsen wie bei den Krystallen, vielmehr handelt sich's um besondere Erstarrungsverhältnisse. Erstarrt z. B. eine glühende Masse langsam, unter starkem Druck und unter Ausschluß der Luft, so scheiden sich förmliche Krystalle darin aus (Granit, Porphyr). Geht aber die Erstarrung rasch vor sich, so entstehen dichte Massen (Lava, Basalt), an der Oberfläche poröse Fladen und selbst schaumartiges Zeug (Bimsstein) bildend; oder aber treten auch unter gewissem Druck an der Luft die erstarrenden Massen zu besonderen Formen (Säulenbasalt) zusammen.

Wo wirkliche Schichtung vorliegt, da hat man's stets mit neptunistischen oder Wassergesteinen (Neptun, der Gott des Meeres) zu thun und bezeichnet dann dieselben nach der Art ihrer Entstehung als Flöz- (vom Wasser herbei„geflözt") oder Sediment- (abgelagertes) Gebirge.

Gehen wir auch hier einmal von den bekanntesten und alltäglichsten Vorgängen aus, so hat ja wohl jeder von uns schon beobachtet, wie bei einem stehenden oder fließenden Gewässer die Ablagerungen auf dessen Grund oder an dessen Rändern sich bilden. Ein Bach bringt Gesteinsstücke von den Bergen zu Thal, er schleift sie während des Transports in seinem Bett glatt und setzt sie an einer

günstigen Stelle unten als Kiesschotter wieder ab. In einer Bucht oder unterhalb eines Wasserfalls wird das feinere Material, Sand und Schlamm abgelagert, und zwar Schichte um Schichte, wie sich die Jahresringe um den Stamm eines Baumes ansetzen.

Ein Fluß, der in einen See mündet (z. B. der Rhein beim Einfluß in den Bodensee), bringt eine Unmasse Schotter vom Gebirge herab, den er deltaartig im Wasser ablagern wird, so daß das Material nach und nach eine Zunge in den See hinaus bildet, bis dieser schließlich ganz dadurch ausgefüllt werden dürfte. Die Ablagerung solchen Gesteins geht aber nach ganz bestimmten Regeln vor sich. Die gröbsten Brocken bleiben nahe der Eintrittsstelle des Flusses in den See liegen, die kleineren werden weiter ins Wasser hineingeschwemmt und der Sand und Schlick wird am weitesten vorgeschoben, so daß er nach und nach im ganzen Seegrund sich ausbreitet. Wiederum je nach Zeit und Umständen bringt der Fluß das einemal eine Lage Schlamm, dann folgt vielleicht ein halb Jahr nachher infolge eines Wolkenbruchs grobes Geröll, wieder ein andermal bildet sich eine Schlammschicht darüber, eines baut sich über dem andern auf, und nach Verlauf von Jahrtausenden sehen wir diese verschiedenen Schichten als Bänke, wie Blätter eines Buchs, übereinandergelagert und vielleicht schon zu einer steinartigen Masse erhärtet.

In noch weit größerem Maßstab finden dieselben Vorgänge in unsern Meeren und Ozeanen statt, und zwar nicht bloß an deren Küsten, wo Ebbe und Flut, oder an den Mündungen großer Ströme, wo diese ihr ununterbrochenes Spiel treiben, sondern ganz besonders auf ihrem Grunde, auf welchen fortwährend eine Masse feinster im Wasser schwebender Stoffteilchen, aber auch Millionen von Muschel- und Schneckenschalen nach dem Tod ihrer Bewohner hinabsinken. So kommt es, daß der Boden

unserer Weltmeere, wie insbesondere die Tiefseeforschung der letzten Jahrzehnte bestätigt hat, viele Meter tief mit feinstem Kalkschlamm bedeckt ist, der ebenfalls Schichte um Schichte wagrecht im Lauf der Zeiten sich übereinander abgelagert hat.

Denken wir uns nun etwa solch einen Ozean trockengelegt oder seinen Grund gehoben, so werden diese Schichten nach und nach zu Stein erhärten, und wir haben genau die nämlichen Kalk- und Thonbänke, wie wir sie in vielen unserer heutigen Gebirge beobachten. Daß in denselben dann gleichzeitig die betreffenden Schneckenschalen, die einst auf den Grund hinabgesunken und in dessen Schlamm eingebettet worden sind, ruhig eingebettet blieben, und auch prächtig wieder zum Vorschein kommen, wenn man das betreffende Gesteinslager mit dem Hammer zerschlägt, ist selbstverständlich. Umgekehrt wird auch niemand die Richtigkeit der Schlußfolgerung bestreiten können oder wollen, daß wir alle diejenigen Gesteine, die schichtenweise in Bänken übereinander gelagert unserem Auge sich darstellen, vollends wenn sie Petrefakten, d. h. versteinerte Tier- oder Pflanzenreste führen, als im Wasser abgelagert ansehen, als Sediment- oder Flözgesteine verzollen müssen, was denn auch allwärts in der Geologie geschieht.

Indes auch schon die bloße Schichtung zeugt für eine derartige Entstehungsart des betreffenden Gesteins, wie man deshalb gegenwärtig z. B. auch alle die sogen. krystallinischen Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer ꝛc.) als im Wasser abgelagert sich denkt, obgleich denselben jegliche Spur von Lebensresten fehlt*). Noch mehr gilt dies natürlich von jenen Thonschiefern späterer For-

*) Daß die „schichtenweise Ablagerung“ der sogen. Strativulkane andere Ursachen hat und nicht im Wasser stattfand, haben wir oben schon angedeutet und werden es S. 31 noch genauer bringen.

mationen (den sogen. „Phylliten“), die ebenfalls keine Spur von Lebewesen enthalten und doch gar nicht anders entstanden sein können als durch Ablagerung im Wasser.

Man nimmt hier, wohl nicht mit Unrecht, an, daß die etwaigen Tiere, die während der Bildung dieser „Phyllite“ in dem betreffenden Wasser gelebt haben mögen, noch außerordentlich nieder organisiert und lediglich weiche, gallertartige Klümpchen waren, von denen naturgemäß unmöglich etwas sich erhalten konnte; denn erhalten können sich ja nur Hartteile von Geschöpfen: Schalen, Knochen, Zähne u. dgl., alles fleischige geht durch Verwesung zu Grund. Das würde dann gut damit stimmen, daß obige Phyllite die ältesten eigentlichen Flözformationen darstellen, also zu einer Zeit sich gebildet haben, wo überhaupt Lebewesen erstmals auf Erden auftraten.

Noch früher waren die krystallinischen Schiefer abgelagert worden, zu einer Zeit, da zwar schon Wasser auf der Erdoberfläche vorhanden, aber noch so heiß war, daß kein lebendiges Wesen darin fortkommen konnte. Daher sind diese Gesteine im eigentlichen Sinn des Worts azoisch (ohne Reste von Leben), obwohl auch sie im Wasser abgelagert worden sein und also zu den „Sediment-“ oder Flözgesteinen gezählt werden mögen.

Von da an aber, wo wir in unsern Sedimentgebirgen Tier- und Pflanzenreste finden, geben die betreffenden Arten dieser Versteinerungen uns einen vortrefflichen Fingerzeig über das Alter ihrer Ablagerung.

Weil nämlich die Entwicklung der Geschöpfe auf Erden stets stufenweise vom Niederen zum Höheren fortschreitet, so ziehen wir daraus den durchaus berechtigten Schluß, daß ein Gestein, in welchem noch keine Säugetiere vorkommen (Silur, Steinkohle) früher abgelagert worden, also älter sein müsse als ein anderes, das solche aufweist (z. B. das Tertiärgebirge).

Und damit stimmt wieder vortrefflich überein, daß in der That da, wo die Lagerung der Schichten noch ungestört ist, immer z. B. die Steinkohle *unter* dem Jura und Tertiär liegt. Das untere muß aber bei horizontaler Ablagerung der Schichten im Wasser naturgemäß immer auch älter sein als das obere, das sich ja erst darüber, d. h. der Zeit nach später abgesetzt hat. Wenn in der Natur scheinbar die Sachen ganz anders und geradezu umgekehrt liegen, so haben wir es da eben mit *nachherigen Schichtenstörungen* (Verwerfung, Faltung, Überkippung &c.) zu thun. Man vgl. in dieser Beziehung unsere hier beigegebene

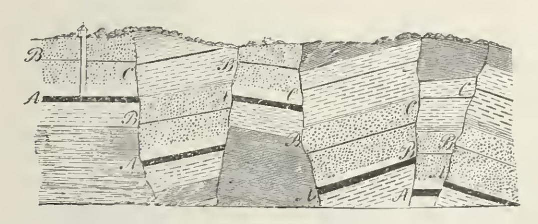


Fig. 5. Verwerfung eines Kohlenflözes (Auckland).

Fig. 5, welche die Verwerfung eines Kohlenflözes im Steinkohlenrevier von Auckland in vorzüglicher Weise zeigt.

Ein weiteres, was hier in Betracht kommt, ist, daß wir in unsern Flözgebirgen meist *gar verschiedenartige Schichten oder Lager* über einander antreffen. Da sind es bald Kalk- bald Sandsteinbänke, die wir finden, dann auch wieder ziehen zwischen denselben Thonschichten durch, oder es sind gerollte Steinbrocken in das Lager eingebettet und was sonst für Variationen hier vorkommen mögen. Auch das erklärt sich höchst einfach und stimmt ganz mit den Vorgängen und Beobachtungen in unsern heutigen Meeren. In einer ruhigen Bucht z. B. wird sich, wie oben schon angedeutet, nur Schlamm, der spätere „Thon“, ablagern, an der

Mündung eines Stroms, der allerlei Geröll ins Meer führt, wird man solches ins Lager eingewickelt finden, desgleichen an einer steilen Felsküste, die fortwährend der Brandung ausgesetzt ist. Flache Ufer dagegen erzeugen Sand, der sich dann später zu Sandstein verkitten kann; auf dem Grund der Tiefsee lagert sich ein weicher, kreideartiger Kalkbrei ab, aus dem die späteren Kalksteinbänke oder Kreidefelsen hervorgegangen sind.

Endlich begegnen wir aber doch hin- und wieder auch in zweifellos vom Wasser abgelagerten Schichten, also im echten und gerechten Flözgebirge mitunter massigem Gestein, meist Kalkgestein, das oft wie in einer Art von Stotzen und Brocken mitten zwischen wohlgeschichteten Bänken lagert; wir erinnern z. B. nur an die Felsen auf unserer schwäbischen Alb, an die Dolomitberge in Südtirol u. ähnl., wo das Auge überall nichts von Schichtungen blicken kann. Daß auch diese Dinge einst auf dem Meeresgrund sich gebildet haben, ist über jeden Zweifel erhaben. Dagegen nehmen wir, und zwar abermals nach Analogie heutiger Vorkommnisse in unseren Meeren, wohl mit allem Recht an, daß es sich hier um sogen. zoogene (d. h. durch Lebewesen erzeugte) Gesteine handelt, also z. B. gewaltige Korallenstöcke oder Kolonien von Seeschwämmen, wie denn auch gewöhnlich eine genauere (mikroskopische) Untersuchung jener „Stotzen“ und Felsen dies bestätigt.

Nun aber müssen wir weiter daran erinnern, daß es auch Gesteine geben kann, die uns, wenn wir sie auf die Art ihrer Entstehung ansehen, weder als bloße Feuer- noch als bloße Wassererzeugnisse erscheinen, bei denen wir vielmehr zu der Überzeugung kommen, daß zu ihrer Bildung die beiden genannten Faktoren gleichzeitig müssen beigetragen haben.

Wir denken z. B. an die vulkanischen Tuffe- oder die sogen. Strati- („geschichteten“) Vulkane, von denen ja ebenfalls bereits die Rede war. Wer etwa schon am Vesuv gewesen ist, der hat beobachtet, wie dort (im Atrio del Cavallo) Schicht

um Schicht, Lage um Lage von Lava, Bimsstein, Asche u. s. f. über einander sich aufbaut, so daß man fast an „Sedimente“ denken möchte. Die Sache ist aber sehr verständlich, sobald man sich klar macht, wie ein derartiger Feuerberg überhaupt entstund.

Es handelt sich dabei einfach um einen Aufschüttungskegel: die ausgeworfenen Gesteinsmassen türmten sich nach und nach zu einem Berg auf, die groben und großen Brocken, die zuerst ausgeworfen wurden, blieben unten liegen, darauf kamen die kleineren, zuletzt die Asche, die daher jetzt eine etwas höhere Schichte einnimmt. Nach etlichen Jahren folgte ein zweiter Ausbruch, neue Gesteine in derselben Ordnung entstiegen dem Schoß des Berges, und dieser baute ein zweites Stockwerk von ähnlichen Schichten über dem ersten auf. Dieser Vorgang wiederholte sich dann im Lauf der Jahrtausende noch dutzendmal, bis der Berg, der sich sozusagen selbst aus sich geboren, die Form und Höhe erreicht hatte, wie wir es jetzt sehen. Machen wir aber einen Querschnitt durch seine Masse, oder denken wir uns irgendwo seine sämtlichen Schichten senkrecht von oben nach unten entblößt, so daß wir sie mit einem Blick übersehen können: so würden wir lauter wagrecht über einander lagernde Bänke erkennen, das naturnotwendige Ergebnis seiner Entstehungsweise. Hier also haben wir scheinbare Sedimentbildung, wenn auch das Wasser dabei sicher keinerlei Anteil gehabt hat.

Das ist anders bei unsern sogen. vulkanischen Tuffen, insbesondere den unsere tertiären Eruptivgesteine so vielfach umlagernden Basalt-, Trachyt- und Phonolittuffen u. dgl. Diese sieht man manchmal ganz schön in Schichten über einander gelagert, so daß kaum ein Zweifel darüber sein kann, es sei dies durch Wasser bewirkt worden. Und so ist's in der That, und wiederum giebt auch hier die Entstehungsweise dieser Gesteine sofort selbst die Erklärung: Feuer und Wasser haben gleichzeitig mitgewirkt, daß sie, und zwar daß sie gerade so, wie wir sie jetzt sehen, sich bilden konnten.

Diese vulkanischen „Tuffe“ wohl zu unterscheiden von dem gewöhnlich so genannten (Kalk-) Tuff, dem Absatz unserer kalkhaltigen Wasser, sind nämlich nichts anderes als Aschenmassen, die von dem betreffenden Feuerberg einst ausgeschleudert wurden, und in welche dann zugleich noch allerlei fremde Gesteinsarten hineinkamen, seien es nun Bomben und Fetzen, die beim Ausbruch im Innern des Berges abgerissen und mit heraufgebracht, seien es Stücke des umliegenden Gesteins, das infolge der Erschütterung zersprengt und in den Kessel (das Maar) oder unter die am Fuß des Berges sich ablagernden Aschenmassen geworfen wurde. Gewaltige Regengüsse oder Bäche und Flüsse führten nun dieses gesamte Material, die jetzt zu einer Art von Brei gewordene Aschenmasse samt ihren fremden Einschlüssen, fort und setzten dasselbe schichtenweis übereinander wieder ab*): so zeigt sich uns dieser „Tuff“ heute in der That seiner Entstehung nach als Produkt von Feuer und Wasser zu gleicher Zeit, als Erzeugnis beider Faktoren.

Neben den eigentlichen Feuer- und Wassergesteinen und neben der eben besprochenen dritten Art, die der Zusammenwirkung dieser beiden Faktoren ihren Ursprung verdankt, müssen wir aber der Vollständigkeit halber noch auf zwei weitere Gruppen von Gesteinen aufmerksam machen, die bezüglich ihrer Entstehung eine ganz isolierte Stellung einnehmen, es sind dies einerseits die sogen. metamorphischen und dann wieder die oben schon erwähnten oder wenigstens gestreiften zoogenen und phytogenen Gebilde, d. h. mineralische Massen, die sich durch Vermittlung von Tieren oder Pflanzen erzeugt haben, und noch heute vor unsern Augen erzeugen.

Beginnen wir zunächst mit diesen letzteren, so erinnern

---

*) Hier können dann auch Reste von Pflanzen und Tieren von außen miteingeschwemmt werden, wie man in der That in diesen Tuffen oft Blätter und Schneckenschalen findet.

wir nochmals an die schon oben besprochenen Felsen der schwäbischen Alb, die sich schon durch ihr „massiges“ oder „stotziges“ Wesen von ihrer Umgebung, den geschichteten Kalken, unterscheiden, bei näherer Untersuchung aber auch thatsächlich als Reste einstiger Korallen- oder Schwammriffe sich ausweisen, die zwar freilich nur im Wasser konnten gebildet und abgelagert sein, deren Bildung aber lediglich der Thätigkeit winziger Tiere zuzuschreiben ist. Dasselbe gilt von den Dolomitgebirgen in Südtirol, sowie von den Kreidefelsen auf Rügen und an der englischen Küste, die nichts anderes sind als Massen von Schälchen und Kalkskeletten einstiger Tierchen, die aber allerdings erst nach deren Tod in dieser Weise auf dem Grund von Meeren als „Kreideschlamm“ aufgehäuft und verkittet wurden.

Was dagegen die Pflanzenwelt als Gesteinsbildner betrifft, so erinnern wir nur an die Stein- und Braunkohlenlager, die manchmal bergehohe Massen darstellen und zweifellos Überreste von Pflanzen sind, die in früheren Erdperioden an den betreffenden Stellen gewachsen waren und bei unvollständiger Verwesung (unter Wasser, also mit Abschluß von Luft, ganz ähnlich wie heute die Torfbildung sich vollzieht) ihren Brennstoff uns erhalten haben.

Ob das Erdöl auch auf ähnliche Weise entstanden und als Produkt von Lebewesen anzusehen ist, kann vorerst nicht mit voller Sicherheit gesagt werden; doch ist es mehr als wahrscheinlich. Ja, das meiste Erdöl scheint sogar tierischen Ursprungs zu sein. Zweifellos von Pflanzen dagegen rühren die verschiedenen fossilen Harze her, wie Bernstein u. ähnl.

Weiter gehört hieher der sogen. Tripel oder Polierschiefer, wie er an manchen Orten (z. B. bei Bilin in Böhmen) in meterhohen Bänken abgebaut wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die ganze Masse aus weiter gar nichts besteht als aus winzigen Kieselpanzern von Stückelalgen (sogen. Diatomeen), wie sie auch gegenwärtig in unsern

Gewässern vorkommen und durch ihre ungeheure und fabelhaft rasche Vermehrung sich auszeichnen. Binnen kurzem kann sich ein See damit anfüllen, die absterbenden Massen sinken auf seinen Grund hinunter, und Schichte auf Schichte von den unverweslichen Kieselstäbchen setzt sich dort ab. So steht z. B. Berlin auf einem derartigen, mehrere Meter mächtigen Lager solcher Algenreste, die in der Diluvialzeit auf einem hier offenbar noch sumpfigen Boden ihr Dasein geführt haben.

In gewissem Sinn kann man auch unsere Kalktuff- und Sinterablagerungen dahin rechnen, da die Ausscheidung von kohlensaurem Kalk wenigstens nicht ohne die Vermittlung von Pflanzen (Moos, Gras, Holzstückchen u. dgl.) vor sich gehen dürfte, über welche das kohlensäurehaltige Wasser langsam hinabfließt. Ja, man hat schon die Behauptung aufgestellt, daß aller und jeder Kalk in unsern Bergen zoogen, d. h. früher einmal durch den Leib von Tieren oder Pflanzen hindurchgegangen, beziehungsweise von ihnen abgesondert worden sei. Nur muß man sich hier immer fragen: woher sollen dann aber die Schnecken und Muscheln, die Korallen und Schwämme, aus deren Schalen und Skeletten unsere Kalksteine ja wohl herrühren mögen, diesen Kalk genommen haben, wenn er nicht zuvor schon in irgend welcher Gestalt auf der Erde vorhanden war? Es führt das stets auf die Zirkelfrage, die aber durchaus keine bloße Scherzfrage ist: was nämlich von beiden zuerst dagewesen sei, das Ei oder die Henne?

Wir müssen endlich noch etwas weiteres in Betracht ziehen, nämlich

Kapitel III

Die Metamorphosierung der Gesteine und ihre Ursachen.

Sehen wir uns diese sogen. metamorphischen Gesteine ein wenig näher an, so zeigt schon der Name

(metamorphisch, griech. = umgewandelt), an was wir dabei zu denken haben.

In gewissem Sinn könnte man ja freilich fast alle Gesteine unserer Erdkruste, insonderheit alle Sedimentgesteine metamorphisch heißen. Denn die Beobachtung lehrt uns, daß es auf Erden und auch in der Gesteinswelt nichts Bleibendes giebt, daß vielmehr alles in stetem Fluß, in ewigem Wandel und Wechsel begriffen ist. So haben wir z. B. in all unsern Sand- oder Kalksteinen nicht mehr den ursprünglichen Zustand vor uns, in dem sich einst ihr Material abgelagert hat, vielmehr sind die losen Sandkörner oder Schlammteilchen jene durch ein später eingesickertes Bindemittel, diese zugleich durch gewaltigen auf ihnen lastenden Druck erst nach und nach zu dem umgewandelt worden, als was sie sich uns jetzt zeigen, nämlich aus losen Massen zu festen Gesteinsbänken, wie oben schon angedeutet ward.

Noch mehr könnte man versucht sein, solche Gesteine, die sich thatsächlich erst durch die chemische Thätigkeit des Wassers gebildet haben, als metamorphische zu bezeichnen. Nehmen wir z. B. Basalt, der durch fortgesetzte Auslaugung zu (Basalt-) Thon, oder Granit, Gneis und Porphyr, die auf demselben Wege, schließlich zu Kaolin (Porzellanerde) geworden sind, oder denken wir an unsere Mandelsteine, die ursprünglich ein poröses und blasiges Aussehen hatten, deren Hohlräume aber später durch Einsickern von kieselgeschwängertem Wasser mit (Quarz- oder Achat-) „Mandeln" ausgefüllt worden sind — hier also hat die chemische Lösung neue Stoffe herbeigeschafft, während sie im obigen Falle umgekehrt vorhandene wegführte —: so ist allerdings hier wie dort die ursprüngliche Gesteinsmasse durch solche Vorgänge vollständig umgewandelt, nach Form und Inhalt, nach Aussehen und Beschaffenheit eine durchaus andere geworden als sie ursprünglich war.

Im weiteren Sinn des Worts kann man also und darf hier gewiß von Metamorphismus sprechen. Doch hat man sich nun einmal gewöhnt, in der Wissenschaft jenes Wort nur im engeren Sinn zu gebrauchen und die eben angeführten Fälle nicht darunter zu begreifen. Man versteht vielmehr unter Metamorphismus nur solche Vorgänge, die, wenn auch manchmal mit teilweisen Zersetzungen verbunden, zur Bildung eines ganz neuen und oft krystallinischen Gesteins führten, welches unter Umständen selbst wieder einer späteren Zersetzung unterworfen sein konnte, und bei denen man zugleich die Ursachen dieser Umwandlung mehr oder weniger bestimmt nachzuweisen vermag.

Als solche nachweisbare Ursachen der Metamorphosierung gewisser ursprünglicher in völlig andere und neue Gesteine hat man hauptsächlich folgende vier kennen gelernt:

1) Mineralquellen und Sickerwasser,
2) Vulkanische Gas- und Dampfaushauchung,
3) Erdbrände und
4) Eruptivgesteine.

Sehen wir uns diese Vorgänge etwas näher an, und zwar zunächst die Umwandlung gewisser Gesteine mittelst Sickerwasser und Mineralquellen, so ist hier vor allem an die Bildung des Dolomits, des Anhydrits und des Serpentins zu erinnern.

Daß der Dolomit kein ursprüngliches Gestein, sondern umgewandelter Kalk ist, bei welchem zu dem vorhandenen kohlensauren Kalk noch kohlensaure Magnesia (Bittererde) hinzutrat, darüber besteht heute nirgends mehr ein Zweifel. Und ebenso unbestritten ist die Annahme, daß diese Magnesia durch Wasser beigeführt worden sei. Mag die Art und Weise dieser Beifuhr auch eine gar verschiedene gewesen sein — man kann sich auf Grund chemischer Experimente einen dreifachen Vorgang denken, wie dies geschah — und mag insbesondere, wie wir an einem andern Ort ausgeführt,

die Dolomitisierung ganzer Gebirgsstöcke, wie dies in den Alpen (Südtirol) vorkommt, noch manches Rätselhafte und große Schwierigkeit der Erklärung bereiten: so viel ist jedenfalls sicher, daß Mineralwasser, welche gelöste Bittererde in den ursprünglichen Kalk einführten, diese Umwandlung desselben in Dolomit veranlaßt haben.

Ähnlich ist es bei der Umwandlung des Anhydrits (wasserlosen schwefelsauren Kalks) in Gips (wasserhaltigen schwefelsauren Kalk) zugegangen. Ja hier ist der Prozeß noch weit einfacher, um so mehr, als er sich oft genug noch heute vor unsern Augen abspielt. Die Tagwasser sickern in Spalten und Klüfte unserer Anhydritgebirge ein; so wandelt sich der Anhydrit, soweit die Wasserbeifuhr hinunterreicht, von selbst in Gips um, der ja nichts anderes ist, als wasserhaltiger Anhydrit. Und in der That kann man oft genug beobachten, daß unsere Gipsstöcke in einer gewissen Tiefe (bis wohin das oberirdische Wasser noch nicht gedrungen ist) aus reinem Anhydrit bestehen.

Einen ähnlichen Vorgang, nur umgekehrter Art, können wir oft genug in gewissen Jurageteinen wahrnehmen. Hier wird nämlich ein ursprüngliches Kalkgestein durch Auslaugung, d. h. Wegführung seines Kalks durch das Wasser in eine Art Sandstein umgewandelt. So sind z. B. die sogen. Thalassiten- oder Angulatensandsteine des unteren Lias in Schwaben zweifellos ursprünglich in der Form von Kalkstein abgelagert worden. Durch Einsickern von Wasser, namentlich vielleicht kohlensäurehaltiger Wasser (Sauerwasserquellen der Göppinger Gegend) wurde der Kalk weggeführt, und die Masse nahm ein sandiges Ansehen an. Findet man doch vielfach noch das Innere dieser Steinbänke in ihrem ursprünglichem Zustand als blauen Kalk, wogegen die Schale zu Sandstein geworden ist; der Prozeß scheint sogar noch heute fortzugehen; denn oft genug können wir die immer mehr zunehmende Auslaugung und Auswitterung der Petre-

fakten hier verfolgen. Auch beim „Personatensandstein“ (Braun Jura β) scheinen öfters ähnliche Vorgänge gewaltet zu haben und noch zu walten.

Durch mineralhaltige Sickerwasser endlich ist auch die Entstehung des Serpentins zu erklären, der zweifellos aus Augit, Hornblende, Olovin und Glimmer führenden Gesteinen (also namentlich aus Olivinfels, Hornblendeschiefer, Gabbro und Diorit) sich gebildet hat, und zwar dadurch, daß das ursprüngliche Gestein durch Wasser, in denen kohlen- und schwefelsaure Magnesia gelöst war, zersetzt und ausgelaugt wurde, bis als nicht weiter angreifbarer Rückstand wasserhaltige kieselsaure Bittererde — und das eben ist der Serpentin — übrig blieb.

Eine andere Art der Metamorphosierung von Gesteinen wird durch vulkanische Dämpfe herbeigeführt. In allen vulkanischen Gebieten entströmen den Spalten und Klüften des Bodens verschiedene (saure) Gasarten, hauptsächlich Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. dgl.

Kommen zu diesen, wie häufig genug, noch heiße Quellen hinzu, die Wasserdämpfe entsenden, so werden die Wirkungen dieser Vorgänge natürlich noch verstärkt. Letztere aber bestehen hier hauptsächlich darin, daß ursprünglich harte und feste Gesteine in zerreibliche, erdige und poröse Gebilde, oft in förmliche Tuffmassen umgewandelt und daß meist auch ihre Farben völlig verändert werden (die dunkle, oft schwarze Lava wird gebleicht und erhält eine gelbliche, oft sogar schneeweiße Färbung.)

Zugleich erzeugen sich dann bei diesen vulkanischen Prozessen als Nebenprodukte ganz neue Gesteine, so Alaun, Schwefelkies und insbesondere Gips, der in Nestern und Stöcken sich absetzt. So ist z. B. in einer Grotte auf der Insel Lipari auf diese Weise aus Kalkstein der schönste Alabaster (Gips) geworden; die mächtigen Palagonittuffe auf

Island sind in bunte und weiße Thone verwandelt. Auch im Krater des Vesuv und an der Solfatara bei Neapel zeigen sich ähnliche Erscheinungen.

Eine dritte Art von Gesteinsmetamorphose rufen manchmal Kohlenbrände hervor, nur wird hier natürlich bloß die unmittelbare Umgebung, hauptsächlich die Decke und die Sohle (das „Hangende" und „Liegende" bergmännisch ausgedrückt) eines solchen in Brand geratenen Kohlenflözes davon beeinflußt. Auch ist einzig und allein die Erhitzung der Faktor, der die Veränderungen hervorruft.

Diese bestehen aber hauptsächlich darin, daß Sandstein und Thone durch solche Erdbrände gerötet, gebrannt, geschmolzen, gefrittet, verschlackt, manchmal sogar verglast und in Porzellanjaspis umgesetzt wurden, ganz wie wir ähnliche Vorgänge beim Brennen von Backsteinen in unsern Ziegelöfen wahrnehmen. Beispiele derart in der Natur zeigen verschiedene, zum Teil seit Jahrhunderten brennende Flöze auch unserer deutschen Steinkohlen- und Braunkohlenlager, (Duttweiler bei Saarbrücken und Zwickau in Sachsen; Abtrode in Hessen, Bilin und Karlsbad in Böhmen, und Zittau in Sachsen).

Endlich werden Gesteinsumwandlungen durch Eruptivmassen hervorgerufen, und zwar sind dies sogar die häufigsten und bekanntesten hieher gehörigen Erscheinungen, die sogen. Kontaktmetamorphosen. Schon der Name (Kontakt, d. h. „Berührung") besagt, daß auch hier nur an den Rändern der betreffenden, von feuriger Glutmasse durchbrochenen ursprünglichen Gesteine solche Verändeerungen beobachtet werden können, und daß dieselben ebenfalls lediglich von der starken Erhitzung herrühren. Da wir aber davon an einem andern Ort schon sprachen (vgl. S. 24), so wollen wir hier nur nochmals kurz die Hauptveränderungen zusammenfassen, die sich auf diese Weise ergeben.

Kalksteine und Thone werden bei einem solchen Vorgang häufig gebrannt, gerötet oder geschwärzt, Sandsteine werden geröstet, gefrittet und verglast, gewöhnlicher Kalk wird in zuckerkörnigen (karrarischen) Marmor übergeführt, Kohlen (Stein- und Braunkohlen) werden in Koks verwandelt oder erhalten sie, wie dies auch bei andern Gesteinen vorkommt, eine säulenförmige Absonderung u. dgl. An Beispielen dieser Art fehlt es in der Natur nirgends, und zwar sind solche sämtlichen Eruptivgesteinen zu entnehmen von Granit und Porphyr an bis zum Basalt und zur Lava der Gegenwart. Um nur wenigstens einzelnes anzuführen, sei an den Meißner in Hessen erinnert, dessen Braunkohlenflöze von Basaltgängen durchbrochen werden. Da sieht man nun ganz deutlich wie sich an der Berührungsstelle und zwar in ganz bestimmten Entfernungen vom Basaltgang aus die Braunkohle zuerst in metallisch glänzenden Anthrazit, dann in stengelig abgesonderte Glanzkohle, weiter in bröcklige glasglänzende Pechkohle und zuletzt in dichte, dunkle Schwarzkohle umgewandelt hat.

Der Buntsandstein dagegen (Wildenstein bei Büdingen), und der Quadersandstein (Kreideformation bei Zittau nahm in der Nähe von Basaltgängen eine prismatische Absonderung an, ähnlich dem Säulenbasalt, und ganz so, wie man dies auch bei den Gestellsteinen in Hochöfen beobachtete,

Wie derartige Kontaktmetamorphosen auch heute noch vorkommen, zeigt eine Stelle auf der Insel St. Jago am Grünen Vorgebirg, wo durch einen Lavastrom ein noch ganz junger Kalkstein in den schönsten zuckerkörnigen Marmor verändert ward. Und daß ganz dieselben Dinge schon in den alleräItesten Zeiten sich zutrugen, das beweist z. B. das Kontaktverhältnis von Granit und silurischen Kalk- und Thonschichten am Konnerudberg bei Chri-

stiania in Norwegen. Auch dort sind die Kalke von dem sie durchbrechenden Granit in karrarischen Marmor, die Thone dagegen in ein krystallinisches Schiefergestein umgesetzt worden. Derartige Beispiele ließen sich aber noch verdutzendfachen (Vgl. uns. beigegeb. Fig. 6 aus dem Erzgebirge). An dem letztgenannten Platze wirkte die glutflüssige Granitmasse auf das umgebende Sedimentgestein mindestens 70 m weit ein, bei andern Eruptionsgängen handelt sich's nur um 30—40, manchmal sogar nur um 0,5—8 m, ja in recht vielen Fällen nimmt man an solchen Kontaktstellen gar keine Veränderung wahr. Das Wirkungsgebiet kann aber sogar bis auf eine Ausdehnung von 4000 m anwachsen.

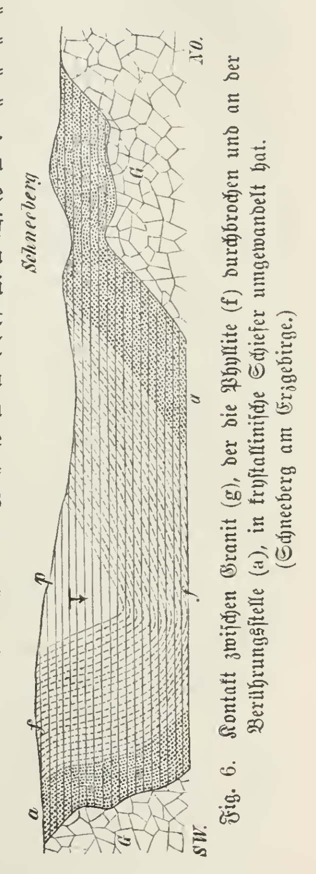


Fig. 6. Kontakt zwischen Granit (g), der die Phyllite (f) durchbrochen und an der Berührungsstelle (a), in krystallinische Schiefer umgewandelt hat. (Schneeberg am Erzgebirge.)

Es hängen diese Verschiedenheiten wohl insbesondere auch damit zusammen, ob jeweils nur die Hitze gewirkt hat, oder ob nicht auch, was oft genug vorgekommen sein mag, Heißwasserdämpfe und allerlei darin gelöste Säuren und Mineralsubstanzen mit im Spiel waren.

Immerhin handelt es sich bei den sämtlichen, bisher besprochenen Umwandlungserscheinungen stets nur um mehr oder weniger lokale Vorkommnisse, die also, wie wir hörten, höchstens auf ein paar

tausend Meter vom Ausgangspunkt aus auf das umgebende Gestein einwirken konnten. Etwas völlig anderes aber ist's mit den sogen. krystallinischen Schiefern (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Urthonschiefer 2c.), wenn anders auch deren Bildung, wie noch immer meistens geschieht, auf Metamorphismus zurückgeführt wird. Haben wir es doch hier (so allein in der sogen. laurenzischen und huronischen Formation von Nordamerika, die eben aus Gneis und Urthonschiefern besteht) mit einem Schichtenkomplex von mehr als 30 000 m mächtigen Gesteinen zu thun. Wie und wodurch sollen solche Massen aus ursprünglichen Kalk- oder Thonniederschlägen in krystallinisches Gefüge umgewandelt worden sein?

Die Gelehrten sind darüber bis heute selbst nicht einig und haben schon die verschiedensten Theorien aufgestellt, von denen keine recht klappen will. Nach den einen soll von dem damals noch heißflüssigen Erdinneren aus eine Anwärmung unserer jetzigen krystallinischen Schiefer stattgefunden haben (man nennt das plutonischen Metamorphismus), nach den andern wäre diese Umwandlung dadurch vor sich gegangen, daß Sickerwasser von der Oberfläche aus in jene Massen eingedrungen wären, Wasser, in denen aber allerlei Säuren und mineralische Stoffe aufgelöst waren und daher eben jene umwandelnde Wirkung verstärkten (sogen. hydrochemischer Metamorphismus).

Wieder andere endlich verwerfen diese beiden Hypothesen und glauben wieder an der ursprünglich krystallinischen Entstehungsweise dieser Schiefer festhalten zu sollen. Ja es scheinen sich neuerdings die Gründe für die Richtigkeit dieser letzteren Annahme entschieden zu mehren, und man kann sich's immerhin vorstellig machen, wie auf der ersten schlackigen Erstarrungskruste des Erdballs unter dem ungeheuren Druck der damaligen Atmosphäre überhitztes Wasser sich ausbreitete, das, jener Schlackenkruste das Material entnehmend, zuerst den Gneis, dann, als es sich mehr

und mehr abkühlte, den Glimmerschiefer, Kalk-, Chlorit-, Hornblendeschiefer, wieder in einer späteren Zeit die Phyllite und zuletzt den gewöhnlichen Thonschiefer absetzte. Doch ist diese Frage noch nicht spruchreif und die Entstehung der krystallinischen Schiefer bis heute noch ein Rätsel.

In jedem Fall legt uns die Betrachtung all dieser Vorgänge den Gedanken nahe, daß wir mit langen, ungeheuer langen Zeiträumen werden zu rechnen haben, um uns das Sosein der Erdoberfläche und ihrer Gesteine in den gegenwärtigen Zustand vorstellig zu machen. Und am besten gehen wir auch bei Besprechung dieser Frage von Prozessen aus, wie sie sich noch jetzt vor unsern Augen abspielen.

Man betrachte einmal in den Alpen eine der vielen „Klammen“ oder Gebirgsschluchten, in welchen die tosenden Gletscherbäche herabströmen. Da kann doch kein vernünftig denkender Mensch auch nur einen Augenblick im Zweifel sein, daß diese Rinnen, und wenn sie hunderte von Metern tief und ins härteste Gestein eingenagt sind, lediglich der auswaschenden und abschleifenden Thätigkeit des Wassers ihr Dasein verdanken. „Gutta cavat lapidem“, heißt's auch hier, „der Tropfen höhlt den Stein aus“, „non vi, sed saepe cadendo“ (durch fortgesetzte allmähliche Einwirkung).

Und wenn auch gerade bei den angeführten Erscheinungen nicht bloß langsames, aber fortgesetztes Tropfenfallen, sondern gar oft gleichzeitig große und gewaltig wirkende Wassermassen, also ungeheure Kräfte in Betracht kommen, so lege man sich doch einmal Fragen vor wie diese: Wie lang mag's wohl gedauert haben, bis die Schöllanenschlucht bei der Teufelsbrücke von der Reuß, die gewaltige Klamm hinter Meyringen von der Aare durchnagt war, wie lange, bis der Niagara die Felsenbarre, die seinen Fall erzeugt, bis zum gegenwärtigen Stand durchsägt, bis der Colorado sein manchmal gegen 1000 m tiefes Bett mit fast senkrechten Wänden (die sogen. „Cañons“ in Kalifornien) ausgewaschen hatte?

Ein paar Abbildungen aus der Natur über verschiedene derartige Erosionserscheinungen, die wir deshalb hier einfügen, werden in dieser Beziehung ohne Zweifel wieder deutlicher sprechen, als wir mit noch so vielen Worten sagen könnten. Man betrachte z. B. einmal unsere Fig. 7, welche den Zusammenfluß der Rhone und Valserine bei Bellegarde (8 Stunden unterhalb Genf) darstellt. Die beiden Flüsse haben hier in ein weiches Kalk-(Kreide-)gestein gewaltige

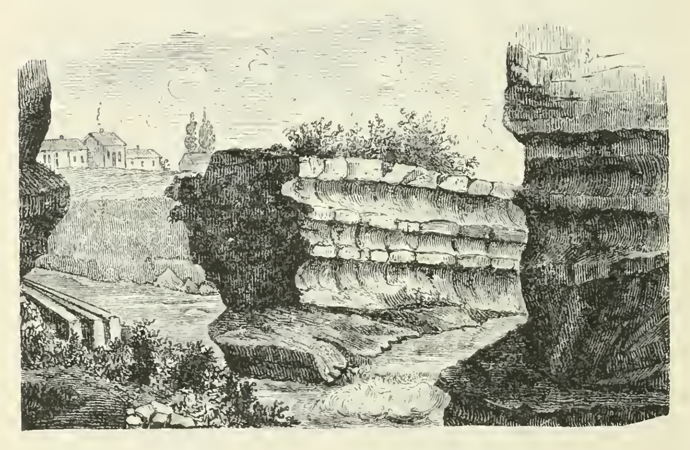


Fig. 7. Perte du Rhône bei Bellegarde (unterhalb Genf).

Schluchten eingenagt, ja die Rhone ist früher an dieser Stelle sogar eine ziemliche Strecke weit unterirdisch geflossen (Perte du Rhône). Unsere Abbildung zeigt die Lokalität, die wir selbst des öfteren besucht haben, sehr gut.

Einen ähnlichen Vorgang stellt Fig. 8 (S. 45) dar: ein Erosionsthal in der Sierra Nevada in Spanien, das im kleinen ganz dasselbe ist, wie die großen Cañons in Kalifornien; hier wie dort hat sich das Wasser nach und nach in das (weichere oder härtere) Gestein eingefressen, bis das Thal

(das wie alle Thäler noch jetzt fortwährend nach rückwärts fortschreitet) mit seinen beiderseitigen steilen Wänden ausgenagt war.

Ein wenig anders liegt die Sache bei den 3 weiteren Bildern, die wir hier einreihen. Handelt es sich doch da weniger um Auslaugung durch (fließendes) Wasser als vielmehr um allmähliche Erosion durch die Atmosphärilien

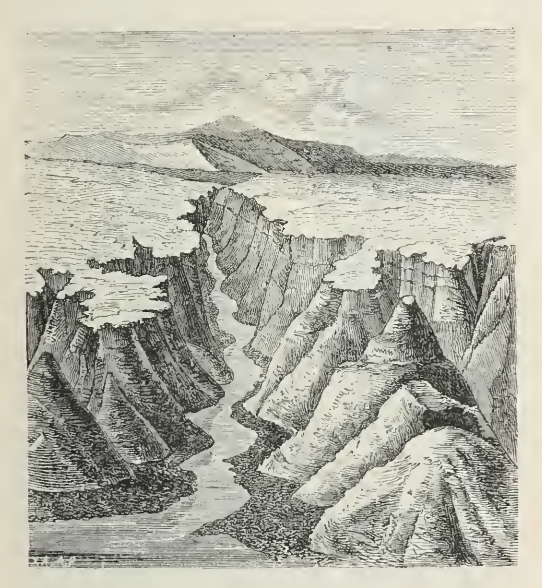


Fig. 8. Erosionsthal in der Sierra Nevada (Spanien).

(Wechsel von Kälte und Wärme, chemische, physikalische und mechanische Einwirkungen, wobei natürlich das Wasser [Regen, Tau, Schnee rc.] selbstverständlich auch eine wesentliche Rolle mitspielt). Man sehe sich in dieser Hinsicht Fig. 9, Fig. 10 u. Fig. 11 (auf S. 46, 47 u. 48) an, so kann man für die Bildung dieser seltsamen Nadeln, Zinnen und Felsenzacken, wie sie überall in unsern Gebirgen vorkommen, gar keine andere Erklärung

geben als die, daß das ursprünglich eine Masse bildende Gestein allmählich in der genannten Weise ausgelaugt und zerfressen wurde. Daß derartige Erscheinungen besonders gern im Sandstein (Fig. 9 „Herkulessäulen“ in der sächsischen Schweiz, d. h. aus dem Quadersandstein der dortigen Kreideformation) vorkommen, liegt in der Natur der Sache.

Fast ebenso stark wird aber auch der Kalk und nament-

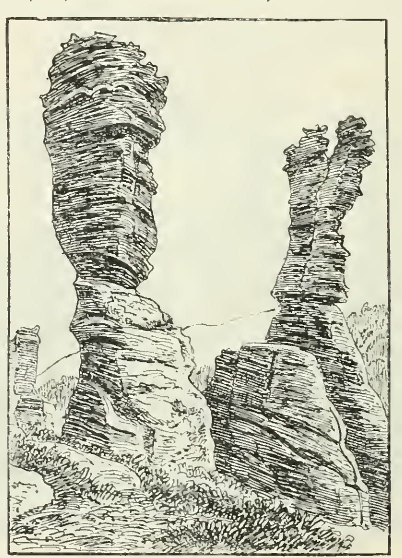


Fig. 9. Die „Herkulessäulen“ aus der sächsischen Schweiz.

lich der Dolomit zernagt; wir erinnern nur an die berühmten Zacken und Zinken in den Dolomitalpen, im Karwendelgebirg, aber auch im fränkischen und schwäbischen Jura („fränkische Schweiz“ bei Muggendorf und Bayreuth, „Felsenthal“ bei Eybach, „Wendthal“ bei Steinheim 2c.) und weisen zugleich auf unsere Fig. 10 hin, die derartige Dolomitfelsen zeigt (man denke etwa an das Schloß Wärenwag im oberen Donauthal).

Indes selbst hartes Urgestein wie Granit, Porphyr u. dgl. wird im Lauf der Jahrtausende ähnlich ausgefressen, wie Fig. 11 in den sogen. „Mädelsteinen" des Riesengebirgs zeigt, und wie wir ganz ähnliche Vorkommnisse im Schwarzwald (z. B. Berneckthal bei Schramberg) oder im Eisackthal bei Bozen haben. Daß natürlich auch der Wellenschlag des



Fig. 10. Dolomitfelsen

Meeres und die Brandung desselben an den Küsten ganz ähnliche Gebilde, und zwar bei allen, selbst den härtesten Gesteinen, hervorbringt, werden wir kaum erst zu sagen brauchen.

Man denke z. B. an die Insel Helgoland, die Stubbenkammer auf Rügen, die Kreideklippen an der Südküste Eng-

lands, die Kalkriffe und Höhlen am Ufer von Sorrent, der Insel Capri ꝛc.

Und das alles ist, wenn auch nicht in historischer, so



Fig. 11. Die „Mädelsteine“ im Riesengebirge.

doch in derjenigen Zeit vor sich gegangen, die wir der allerjüngsten Erdperiode zuweisen müssen und die heute noch fortgeht. Oder man mache sich klar, daß die Alpen

Ein naturwissenschaftliches Volksbuch, wie bisher auf dem Gebiete der **Geologie** und **Petrographie** kein ähnliches existierte, ist das soeben zur Ausgabe gelangende neue Werk:

Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde

zugleich

Einführung in die Geologie

für Freunde der Natur. Von Dr. Theodor Engel. Mit zahlreichen Holzschnitten und farbigen Illustrationen.

Die Vorzüge dieses schönen, in gutem Sinne volkstümlichen Buches vor allen andern einschlägigen Schriften bestehen vornehmlich darin, daß es nur das bringt, **was jeden Gebildeten,** der nicht Petrograph und Geolog von Fach ist, **thatsächlich interessiert,** daß es sehr ansprechend geschrieben, bei aller Gründlichkeit und Gediegenheit niemals in einen trockenen lehrhaften Ton verfällt, daß Wort und Bild, durch **große Anschaulichkeit** ausgezeichnet, dazu angethan sind, **Sinn und Freude an der Natur und ihren Schönheiten** zu fördern, Verständnis für Entstehen und Werden, für Herkunft und allmähliche Entwickelung der mannigfaltigen Gesteinsarten in weitere Kreise zu tragen.

Diese schwierige Aufgabe in so dankenswerter, glücklicher Weise zu lösen, konnte nur einem Autor gelingen, der wie Theodor Enge das Gebiet der Geologie und Gesteinskunde gründlich beherrscht und zugleich, als **ein Meister der Darstellung,** die große Gabe hat, durch **lebendige Schilderung,** durch gemeinverständliche Ausführungen den

Laien zu fesseln. — So wird Engels Werk „Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde“, allen Naturfreunden gewidmet, **vielen Tausenden willkommene Belehrung** bringen, nicht nur allen, die in sommerlichen Tagen im Gebirge zu weilen pflegen und dort auf ihren Touren auf Schritt und Tritt den vielerlei Gesteinsgebilden begegnen, über deren charakteristische Eigenschaften sie sich informieren wollen, sondern überhaupt allen denen, die sich die für das geologische Verständnis notwendigen Vorkenntnisse verschaffen und die Entwickelungsstufen kennen lernen möchten, die unsere Erde im Wechsel der Zeiten durchlaufen hat; endlich und nicht am wenigsten werden alle diejenigen, die an einer geistig anregenden, dabei angenehm unterhaltenden Lektüre Vergnügen finden, sich mit Engels vortrefflichem Buch gern und oft befassen.

Th. Engel's „Die wichtigsten Gesteinsarten“ erscheinen in 8 Lieferungen à 60 Pfennig.

Das komplette Buch (mit zahlreichen Textillustrationen und 9 kolorierten Tafeln) kostet broschiert Mk 4.80, solid geb. Mk. 5.50.

☞ Über den reichen, interessanten Inhalt giebt der Prospekt nähere Auskunft. ☜

Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Kgl. Hofbuchdruckerei Carl Liebich, Stuttgart.

